SISTEMAS DE SEGURIDAD ELECTRONICOS

NUEVAS TECNOLOGIAS

BIBLIOTECA DE ELECTRONICA/INFORMATICA




NUEVAS
TECNOLOGIAS
BIBLIOTECA DE ELECTRONICA/INFORMATICA

SISTEMAS DE SEGURIDAD ELECTRONICOS



Esta obra es una nueva edición actualizada y ampliada de la obra originalmente publicada por Marcombo, S.A. de Boixareu editores, con el título de «Aplicaciones de la Electrónica»

El contenido de la presente obra ha sido realizado por Marcombo, S.A. de Boixareu editores, bajo la dirección técnica de José Mompin Poblet, director de la revista «Mundo Electrónico»

ISBN 84-7634-485-6 (Obra completa)
ISBN 84-7634-551-8 (Vol. 9)
D.L.: B. 7868-1986

Impreso y encuadernado por
Printer industria gráfica sa Provenza, 388 08025 Barcelona
Sant Vicenç dels Horts 1986

Printed in Spain

Alarmas electrónicas

INTRODUCCION

Las alarmas electrónicas están cada día más extendidas debido a que se necesita una seguridad mayor. Antes los sistemas de seguridad sólo se disponían en lugares en los que se necesitaba preservar del robo, el atraco o el incendio, valores importantes de dinero o efectos. Hoy en día se aplican en pequeños negocios, fábricas y hogares, además de las entidades bancarias y de ahorro. En los procesos industriales también se aplican para detectar cualquier fallo en los distintos procesos industriales, en las centrales nucleares, en los centros de investigación, etc. Pero esta exposición se centrará en las alarmas pensadas para la detección de los «amigos de lo ajeno» y los incendios.



Los sistemas de alarma se utilizan en muchos casos como protección contra el robo, los incendios, inundaciones, escapes de gas, atracos o como simple aviso de emergencia.

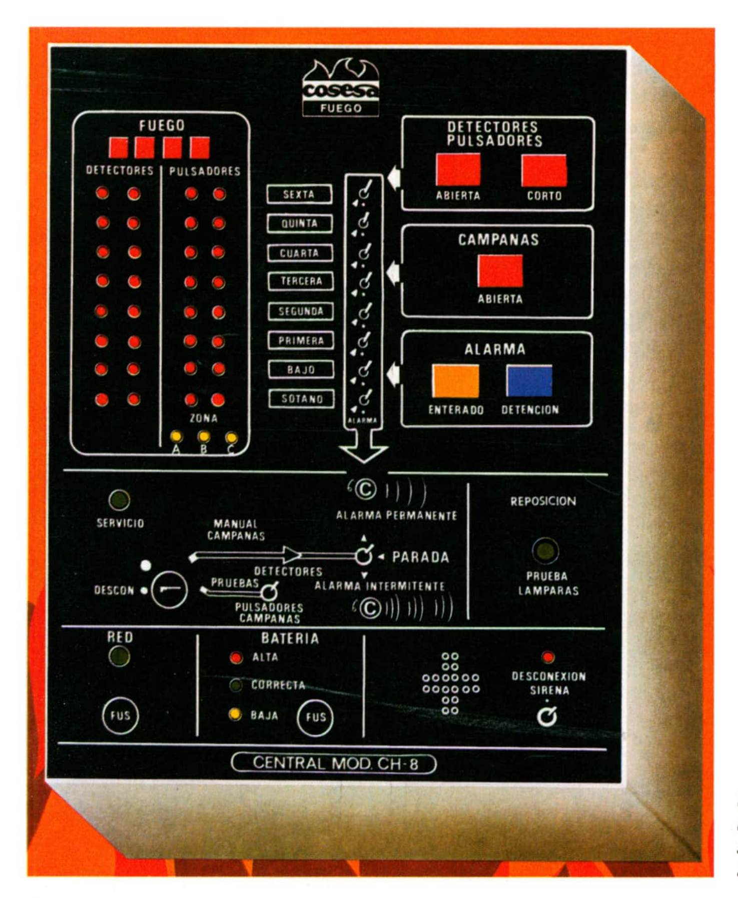
El propósito, de todos conocido, de un sistema de alarma es detectar cualquier anomalía debida a la entrada de un intruso o a un incendio. Cuando se trata de la detección de

un indeseable su mejor efecto es el de alertar al propio intruso antes de que su entrada sea efectiva, es decir, actúa como sistema disuasivo. El ladrón puede no estar enterado de la existencia del sistema de alarma, pero se asustará por el sonido del mismo antes de robar o causar otro daño mayor que el de forzar la puerta de entrada o cualquier otro acceso.

Todo sistema de alarma debe ser ante todo fiable. Un fallo en el momento oportuno anularía completamente el fin para el que se instala. Un sistema que es susceptible de dar falsas alarmas es realmente tan malo como el que puede romperse completamente. Un sistema que es propenso a dar falsas alarmas no es seguro y tenderá a ser ignorado. Una trampa utilizada por algunos ladrones es provocar una alarma deliberadamente y esperar en las cercanías. El propietario aparece y supone que es un defecto y para no ser molestado la desconecta. Luego, el ladrón entra sin el menor riesgo. Lo adecuado es buscar el defecto que ha provocado la alarma y luego volverla a conectar. Un sistema de alarma debe estar a prueba de desconexión por parte de intrusos. Por ello la desconexión debe estar en una parte protegida. Además debe estar diseñado para que, si la entrada ya se ha efectuado, la alarma no pueda silenciarse rápidamente por el intruso; para ello se deben ocultar las partes vulnerables del sistema, como son la unidad de control, la fuente de alimentación y la instalación de las alarmas sonoras. Estas son por sí mismas vulnerables, ya que a menudo están instaladas dentro de cajas de acero a la intemperie. Esto hace que pueda ser saboteada si no se dispone en el lugar adecuado, lo suficientemente alto e inaccesible desde el exterior. Los cables que van a la sirena o cable pueden cortarse, por ello deben estar protegidos.

El coste del sistema es otro dato a considerar. Cuando se expone mucho valor, el coste inicial de la instalación de un sistema adecuado y efectivo no debería ser un impedimento para su consecución. Sólo debe escogerse el de menor coste siempre que no aminore la seguridad respecto al de mayor desembolso. El coste de funcionamiento, dadas las actuales tecnologías de circuitos integrados de bajo consumo, es prácticamente despreciable, a no ser que se trate de sistemas muy complejos.

Determinados cuerpos oficiales han expuesto algunas recomendaciones con miras a la construcción, instalación y servicio de sistemas de alarma para intrusos e incendios. La



Unidad de control contra incendios. También se denomina central de alarmas de incendios.

mayoría de las recomendaciones están basadas en el British Standard BS 4737 y similares IEC. Las principales recomendaciones quedan resumidas seguidamente. Se recomienda que las llaves de conexión del sistema sean de seguridad o codificadas. El sistema deberá responder a señales de alarma mayores de 800 milisegundos, pero no a aquellas que sean menores de 200 milisegundos. Con esto se evitarán falsas alarmas debidas a transitorios externos. El abastecimiento de potencia autónoma deberá hacer funcionar el sistema en reposo como mínimo durante 8 horas, cuando la energía del fluido eléctrico del lugar desaparezca por alguna avería.

También debe ser suficiente para 2 horas de alarma sonora. La batería, en caso de ser hermética, es conveniente cambiarla como mínimo cada 5 años, aunque no dé muestras de estar deteriorada. El nivel sonoro de la alarma no podrá bajar de 70 dB en todas las direcciones a 3 metros. El cableado tendrá que ser en bucle cerrado, disparándose la alarma si son cortados los cables. Otros organismos aconsejan que una vez disparada se fije una interrupción de la alarma después de 20 minutos. Hay sistemas sencillos que no cumplen todas las especificaciones pero los más profesionales sí lo hacen.



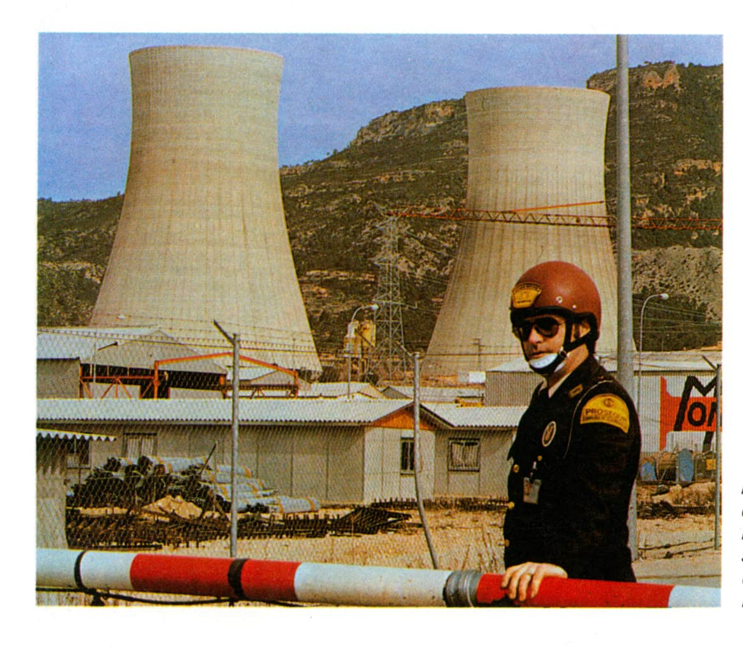
Central de alarma que aprovecha la posibilidad de enviar señales via radiofrecuencia.

APLICACION DE LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD

En plan general se deben distinguir dos tipos de sistemas de alarma: Los sistemas locales de alarma y vigilancia y los sistemas centralizados de telesupervisión.

Los citados en primer lugar, como ya se sabe, son pequeños dispositivos electrónicos (en comparación con los demás) encargados de la vigilancia de fenómenos muy concretos que se desarrollan en espacios relativamente

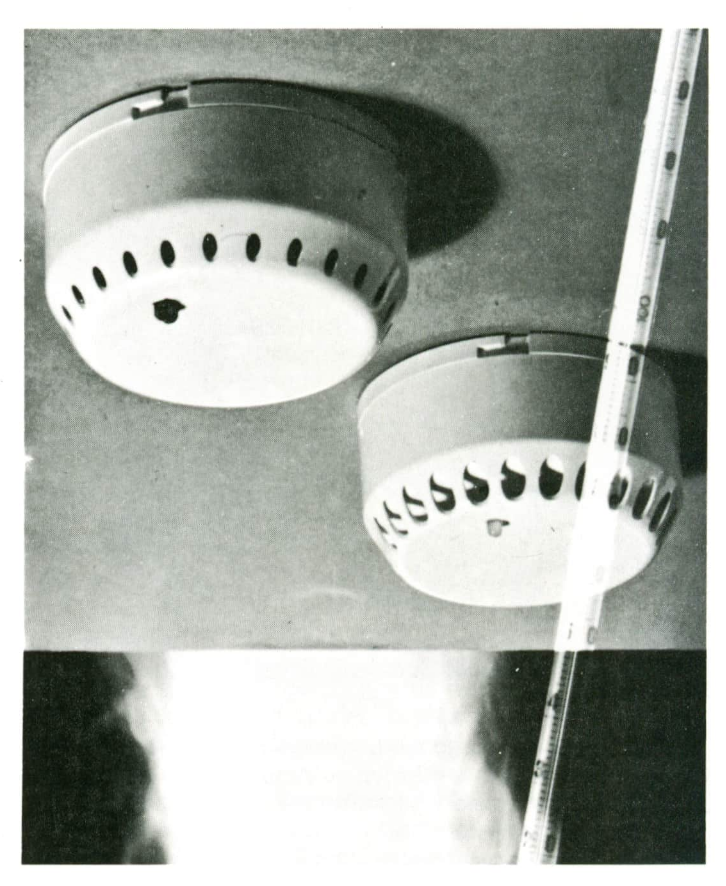
limitados, tales como protección de viviendas frente a intrusos, incendios, fugas de gas, detección y notificación de averías o deficiencias en el funcionamiento de máquinas aisladas en la industria, etc. En cuanto a los citados en segundo lugar, es decir, los sistemas centralizados de telesupervisión, el campo de aplicación es mucho más amplio, no sólo en lo que concierne al elevado número de procesos a los que son aplicables, sino en cuanto a la diversidad de funciones a realizar y en el número de puntos de vigilancia a los que se pueden adaptar, ya que estos sistemas son prácticamente universales, por ello se excluye en ellos la etapa transductora y es posteriormente el usuario el que se encarga en cada aplicación de introducir los sensores necesarios para convertir las variables a vigilar a



Las alarmas se aplican con profusión en las instalaciones más sofisticadas y complejas, como son las centrales nucleares.

unas unidades y márgenes normalizados que sean asequibles al sistema. Como resumen no exhaustivo se expone una relación de procesos susceptibles de ser vigilados o supervisados por estos sistemas: vigilancia de temperaturas en grandes edificios, detección de incendios y fugas de gas

en las viviendas, protección de propiedades frente a intrusos, vigilancia del correcto funcionamiento de máquinas, protección de los operarios de máquinas con partes móviles, supervisión de centrales hidroeléctricas, térmicas o nucleares; supervisión de gaseoductos y oleoductos, supervisión de redes de captación y distribución de aguas, control fluvial, control de tráfico, supervisión de procesos de fabricación, centralización de datos referentes a la contaminación atmosférica de zonas extensas, automatización de barcos, centralización de datos meteorológicos, señalización ferroviaria, vigilancia de unidades médicas, supervisión de redes eléctricas de distribución, centralización de datos en



Los sensores contra incendios son de gran utilidad en los sistemas de alarma que impiden la extensión del fuego, evitando posteriores desastres.









La aplicación de los arcos detectores de metales y cabinas especiales, permiten tener un control de accesos para evitar atracos. De utilidad en entidades bancarias, joyerías, aeropuertos y edificios públicos sujetos a atentados.

plantas siderometalúrgicas y petroquímicas, vigilancia forestal, sistemas antirrobo en bancos y entidades, vigilancia de centrales de calefacción, monitorización de procesos, sistemas de alarma para detección de objetos metálicos, sistemas de protección antichoque para objetos móviles, etc.

De esta lista de posibles aplicaciones, debido a la

exposición resumida que de las alarmas electrónicas se quiere dar, las que conciernen a los sistemas antirrobo, antiatraco y anti-incendio serán las más detalladas. En las alarmas antirrobo el modo para detectar la entrada del intruso se puede llevar a cabo de distintas formas: mediante la apertura de puertas o ventanas con contactos magnéticos de proximidad, mediante la detección del movimiento con sensores de ultrasonidos o microondas, por la rotura de cristales con detectores de vibración de cinta conductora, por la intercepción de barreras fotoeléctricas de luz o infrarrojos, por la detección de una variación brusca de temperatura al entrar una persona con detectores pasivos de infrarrojos. Otros métodos para advertir del robo son los detectores sísmicos dispuestos en cajas fuertes, la vigilancia mediante circuito cerrado de televisión, etc. El atraco se puede paliar con pulsadores escondidos que dan la alarma, en cuanto son presionados, en comisarías de policía o centrales de seguridad, o limitando el acceso mediante controles electrónicos de identificación. La detección de incendios se lleva a cabo con sensores de humo y temperatura excesiva. Algunos de éstos son complicados mientras que otros pueden ser tan simples como un par de contactos eléctricos bajo tensión de un resorte, separados por una sustancia química que se funde a una temperatura alta y permite que se unan activando la alarma.

En muchos casos, las firmas de protección a las propiedades proporcionan un servicio de alarma de estación central. Cuando los sensores detectan una anomalía, la unidad de control ordena a un dispositivo especializado que marque el número de esta estación o central de seguridad dando el mensaje dispuesto en una cinta y detallando la dirección del lugar siniestrado o robado. Mediante este sistema se puede proteger e identificar individualmente un gran número de propiedades, ya que el personal de la estación central puede localizar el origen de la llamada y telefonear a la policía o a los bomberos, solicitando el adecuado auxilio. En algunos países la comunicación con la estación se lleva a cabo con cables de televisión (TV por cable). Un sistema de alarma de estación central puede vigilar continuamente todas las propiedades protegidas, dando una mayor seguridad en comparación con la simple sirena exterior que puede no oir nadie o bien, si se oye, se ignora pensando que ya llamarán otros a la policía o bomberos.

CIRCUITOS BASICOS

En un sistema de alarma hay básicamente cuatro partes: los sensores, las sirenas o timbres, la fuente de alimentación que puede ser una batería cargada a través de la red, y la unidad de control. La interconexión de los sensores y

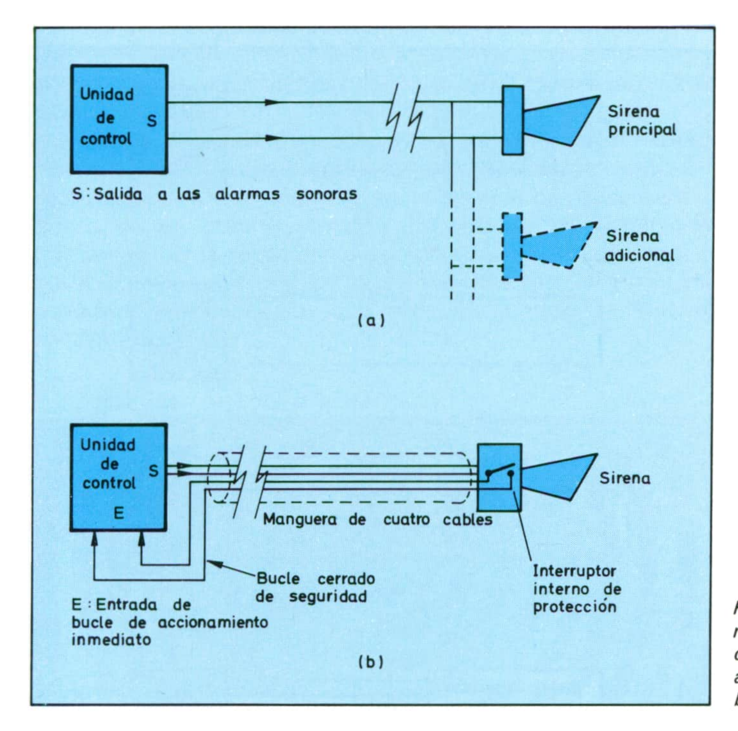


Figura 7. Conexiones realizadas entre la unidad de control y las sirenas; a) Con cable no protegido; b) Con cable protegido.

las sirenas o timbres con la unidad de control pueden llevarse a cabo de varias formas. La parte más sencilla es la conexión de las sirenas. En la figura 7 se muestran dos sistemas de conexionado. El de la figura 7*a* es el más sencillo, pero requiere que los cables estén asegurados contra todo posible sabotaje desde el exterior del recinto de seguridad mediante un tubo de acero o disponiéndolos de forma que no sean accesibles, pasando desde el interior a la sirena directamente a través de un agujero en la pared en la que esté sujeta la sirena.

El segundo circuito es más seguro al llevar en la misma manguera un bucle cerrado, que protege los cables y la propia sirena. En este caso da igual que los cables y la sirena estén al alcance de cualquiera en el exterior, ya que si son saboteados sonará la alarma. Es aconsejable instalar siempre dos sirenas para que suene una al sabotear la otra.

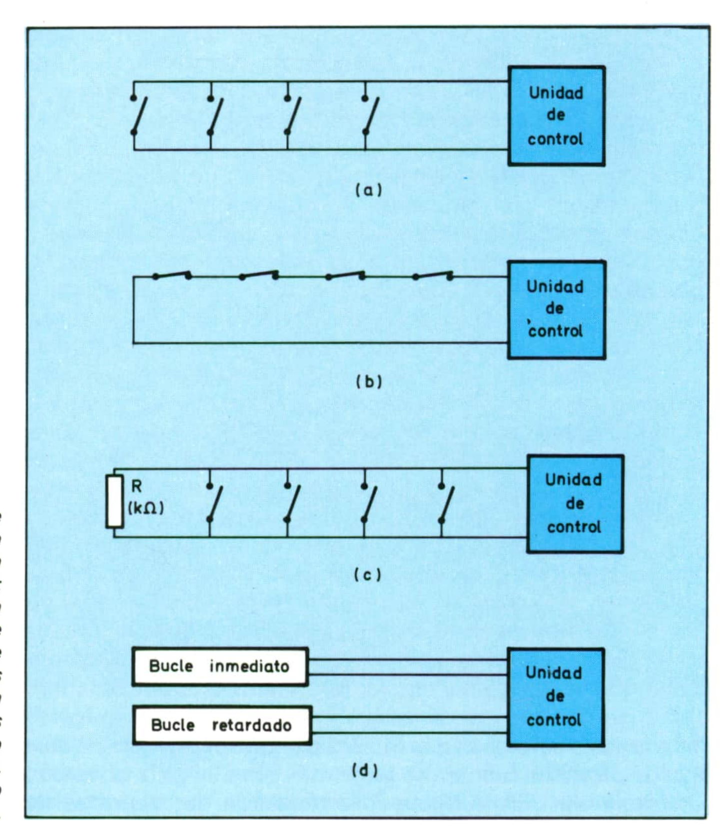


Figura 8. Conexiones de los sensores con la unidad de control; a) En paralelo; b) En serie; c) Serie-paralelo con resistencia de final de línea, especialmente aplicada a los sensores anti-incendio; d) La mayoría de las unidades de control de tipo medio incorporan dos bucles, uno inmediato y otro retardado.

En cuanto al circuito de detección, la figura 8 muestra los más usuales. El primero (figura 8*a*) dispone los sensores normalmente abiertos y en paralelo. En él al darse una anomalía se cierra el contacto y la unidad de control actúa en consecuencia. El de la figura 8*b* es el más usado debido a sus

claras ventajas respecto al anterior. Aquí los sensores están normalmente cerrados y conectados en serie.

Si se activa cualquiera de los sensores el circuito se abre y la unidad de control da la alarma. El hecho de que la alarma no suene cuando el circuito está conectado demuestra que éste es continuo y que la intensidad pasa a través de él. Por consiguiente, ninguna parte de la instalación ha sido cortada o desconectada accidentalmente y ningún sensor ha sido activado. De este modo los sensores y la instalación son comprobados para que ninguna parte de ella sea manipulada indebidamente.

Algunos sensores, como las alfombras de presión, están normalmente abiertos y actúan al cerrarlos; éstos requieren otro circuito independiente. Para evitar que de todas formas pueda ser saboteado el cable del circuito abierto de las alfombras se puede disponer de un cable de cuatro conductores, en el que los dos sobrantes formen un bucle cerrado de protección contra cortes, disparando la alarma al ser cortado éste.

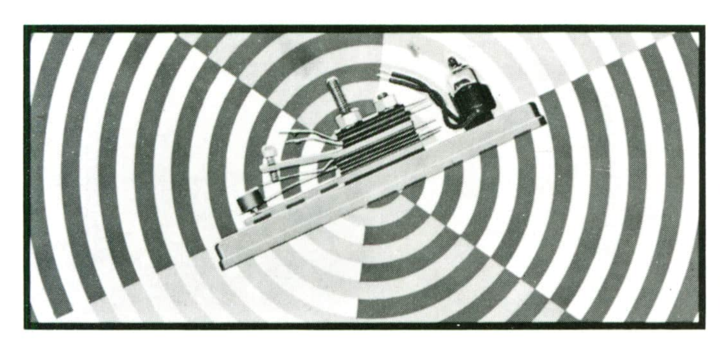
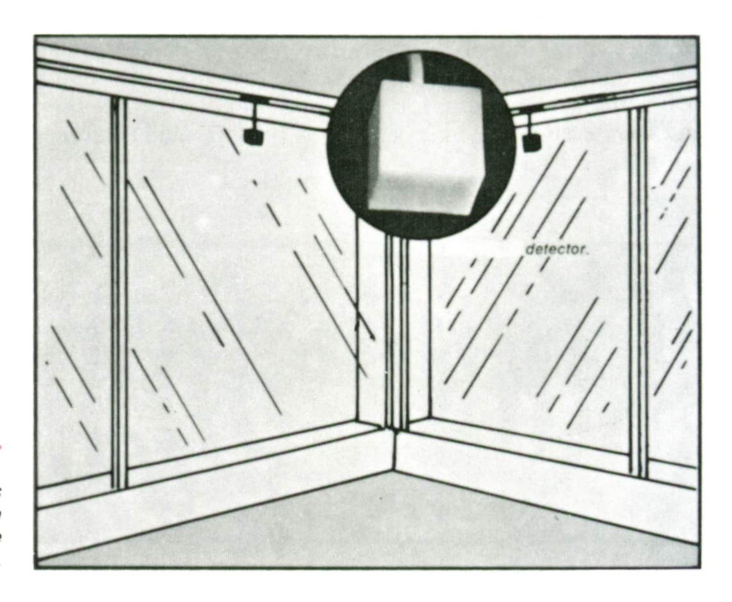


Figura 9. Sensor de vibración de láminas. Se utiliza en cristales de escaparates, joyerías, etc. a fin de dar la alarma en caso de intento de que algún intruso intente romperlo. Basta un golpe para que se active la alarma.

El circuito de la figura 8*c* es muy utilizado en los sistemas anti-incendio para conectar todos los sensores de humo y temperatura. En él los sensores están dispuestos en paralelo y en reposo quedan abiertos. La resistencia *R* cierra el circuito dejando pasar una débil intensidad. Si se activa cualquiera de los sensores la unidad de control da la alarma, pero si se corta el circuito da una señal de avería sin activar las sirenas.

Este caso no supone el sabotaje de los cables sino que la apertura del circuito será siempre una avería.
Algunas unidades de control, al dar la señal de avería también accionan un pequeño zumbador de aviso.

En prácticamente todas las unidades de control se preven como mínimo dos circuitos (normalmente cerrados) cuya única diferencia es su tiempo de accionamiento de la alarma una vez detectada alguna anomalía. El circuito retardado suele ir en las puertas de acceso hasta llegar a la unidad de control para desactivarla antes de que suene la alarma. El circuito inmediato servirá para el resto de los detectores en los que no es necesario este retardo. (figura 8d).



Disposición de los sensores de vibración en las cristaleras de escaparates a proteger.

SENSORES PASIVOS

Esta denominación se aplica a aquellos sensores que no necesitan una alimentación auxiliar para desempeñar su función. Todos se basan simplemente en un contacto eléctrico, sea abierto o cerrado. El de la figura 9 es un detector de vibración que está compuesto por dos partes, teniendo cada una sus funciones diferentes y reunidas bajo

la forma de un apilamiento compacto que luego queda protegido en una carcasa. La parte «activa» se halla situada en la posición baja y está constituida por dos láminas superpuestas, una de ellas rígida de material magnético, la otra en acero especialmente tratado y sobrecargada por una pequeña masa calibrada que es el elemento de detección. La parte pasiva se encuentra situada encima, está constituida también por dos láminas flexibles superpuestas que incluyen cada una un contacto autolimpiador. Cuando la carcasa de protección del detector está puesta, estos dos contactos aseguran la continuidad eléctrica del circuito de guardia: es el elemento de auto-protección. Una lámina rígida y una contra-lámina flexible, las dos de metal, situadas entre las partes «activas» y «pasivas», permiten regular la sensibilidad del detector mediante un tornillo micrométrico. Como se ha dicho, está autoprotegido contra sabotaje con lo cual cualquier intento de apertura de la tapa de protección provoca la alarma.

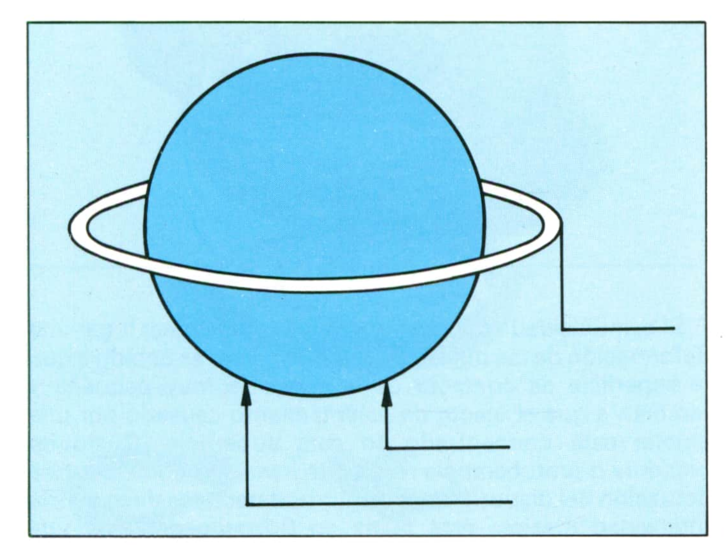


Figura 11. Sensor inercial de bola.

Otra forma de detectar vibraciones consiste en aprovechar otra característica del detector de inercia de la figura 11. Este detector es sensible a los movimientos y a las vibra-

ciones a un mismo tiempo. Se utiliza en cristales, paredes, puertas, cercas etc. Está constituido por una esfera de plata dorada asentada en un par de contactos, formando de este modo un interruptor normalmente cerrado; cualquier movimiento rompe el contacto.

La versión de la figura tiene además un arco alrededor de la esfera que sirve como contacto normalmente abierto; una conmoción produce un contacto entre la esfera y el aro. De esta forma, el sensor tiene ambos tipos de contactos y puede formar un sistema de tres o cuatro conductores. En el caso de tener vibraciones altas de ruido de fondo, se utilizan unos sensores magnéticamente amortiguados para evitar falsas alarmas.

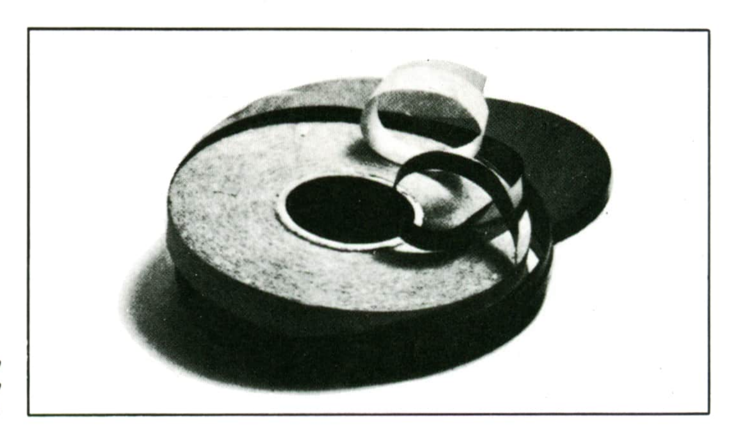


Figura 12. Cinta adhesiva conductora para la protección de cristales.

Si la intensidad es alta en el circuito puede tener lugar una deformación de los puntos de contacto. Esto es debido a que la superficie de contacto de la esfera es muy pequeña y también a que el efecto de calentamiento causado por una chispa está concentrado en esta superficie. Cualquier picadura o protuberancia resultante haría empeorar la futura actuación del dispositivo. En algunos detectores de inercia la intensidad máxima está fijada en 0,2 amperios con una tensión aplicada máxima de 2 voltios. En comparación un detector de vibración puede dejar pasar 1 amperio a 250 voltios.

Otro método para la protección de cristales es la cinta adhesiva conductora de la figura 12. Esta se engancha al

cristal de forma adecuada para que cuando se rompa el mismo también se rompa la cinta. La figura 13 presenta detectores magnéticos que superan las limitaciones de los microrruptores normales. Idealmente, un sensor no debería tener partes externas móviles y debería estar completamente protegido por sus contornos. Estos requisitos se cumplen con los captadores magnéticos que tienen en su interior un

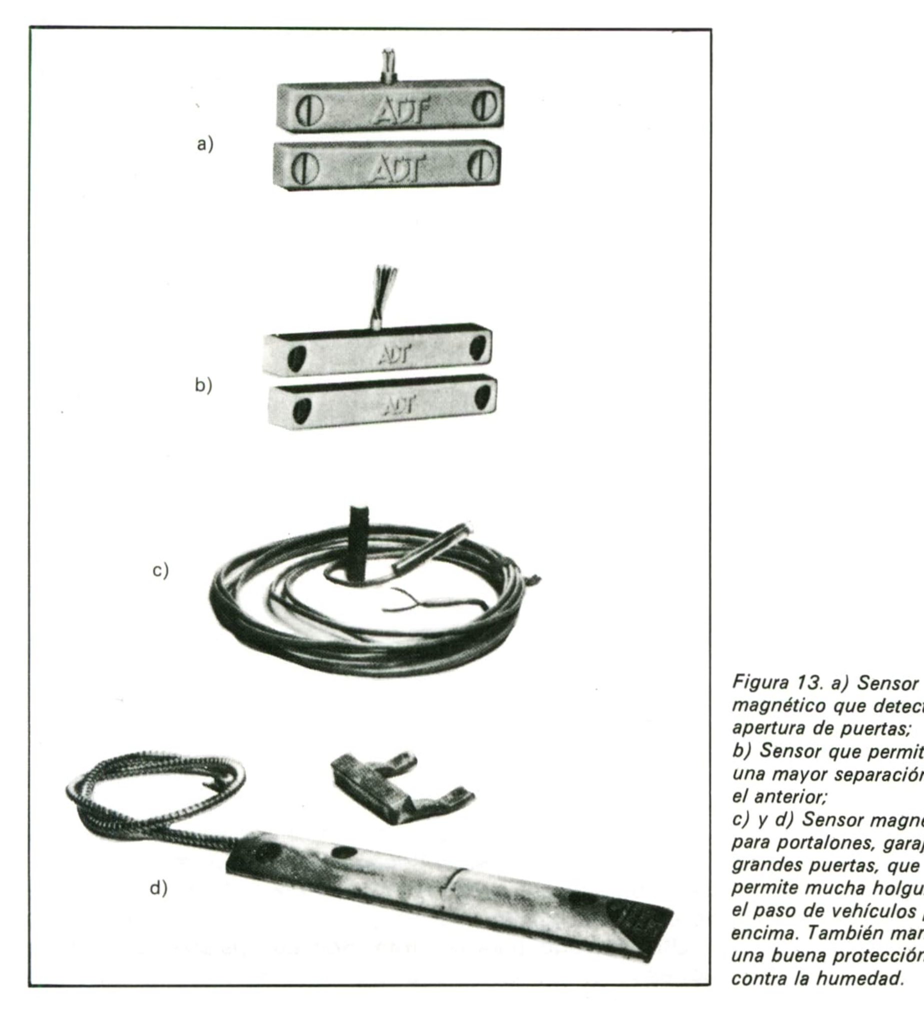


Figura 13. a) Sensor magnético que detecta la apertura de puertas; b) Sensor que permite una mayor separación que el anterior; c) y d) Sensor magnético para portalones, garajes y grandes puertas, que permite mucha holgura y el paso de vehículos por encima. También mantiene una buena protección contra la humedad.

relé *reed* accionado por un imán externo por proximidad. Al separar el imán del relé *reed*, éste abre el circuito. Los hay en diversas configuraciones para hacerlos lo más adaptables posible a cada aplicación.

Existen almohadillas de presión, flexibles y rectangulares que presentan diversidad de tamaños con contactos en reposo abiertos. También hay alfombras de presión con un gran número de contactos abiertos extendidos en toda su superficie, de forma que cualquier presión en ella cierra algún contacto.

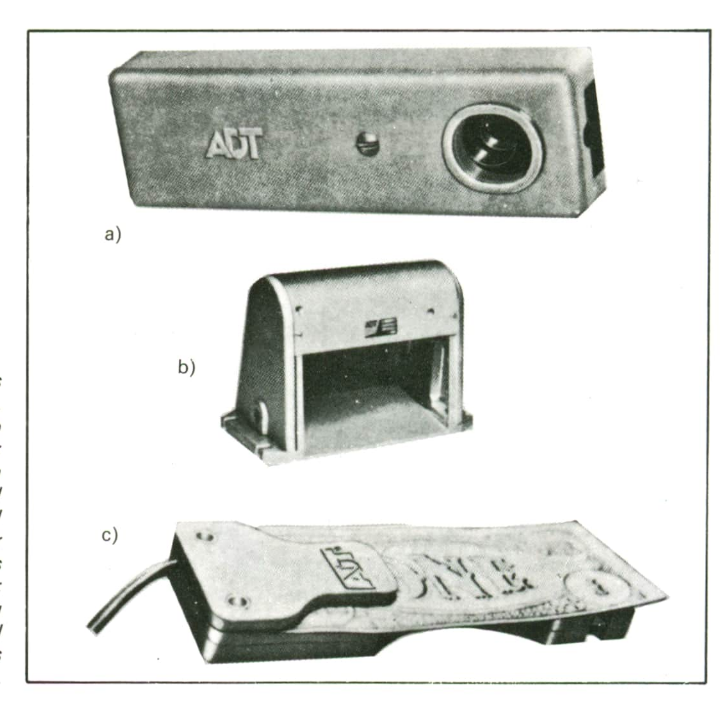
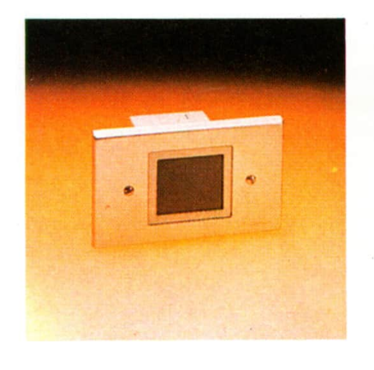
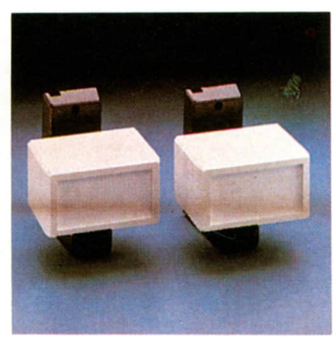


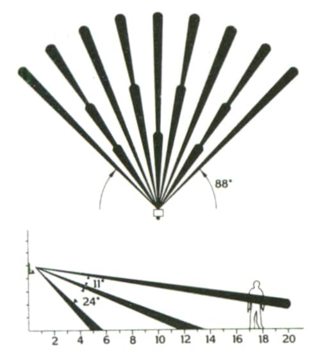
Figura 14. Dispositivos antiatraco. a) Pulsador antiatraco con enclavamiento; b) Pedal antiatraco con ausencia total de ruido al operar, debido a que el elemento conmutador funciona mediante relés de mercurio; c) Clip para billetes; su actuación se produce al retirar los billetes introducidos en él.

Hay interruptores llamados de onda de aire que son capaces de solucionar muchos problemas relacionados con la sensibilidad mecánica. El cuerpo del interruptor está dividido en dos cámaras mediante un diafragma de alta sensibilidad por el que se detectan los ligeros cambios habidos en la presión del aire. La sensibilidad es tan alta que

el interruptor puede activarse por la acción del aliento aplicado a él. Un par de contactos de plata, con separación regulable, pueden actuar normalmente abiertos o unirlos para tener un circuito cerrado. Una onda de presión en una de las cámaras o el vacío en la opuesta, activará el dispositivo. Entre sus aplicaciones están las puertas de cierre automático.







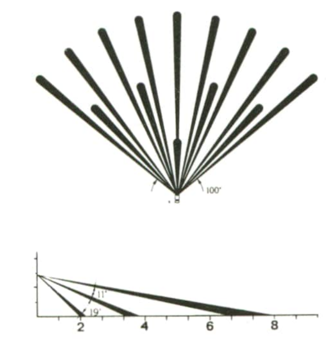
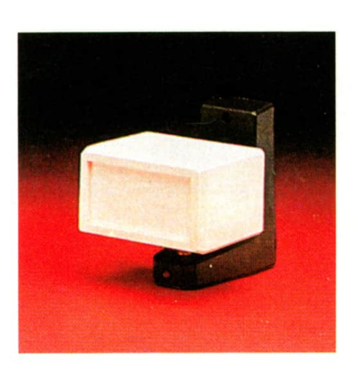


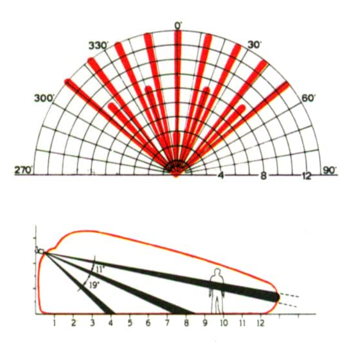
Figura 15. Detectores volumétricos de radiación infrarroja. En el centro se observa el diagrama de radiación, visto en planta para cada modelo, mientras que en la parte inferior se detalla el alcance en metros de la zona sensible y los márgenes angulares de trabajo.
(Cortesía: Elkrom).

La figura 14 muestra algunos dispositivos especialmente diseñados para impedir el atraco. En ellos el contacto propiamente dicho se realiza con relés «reed» en baño de mercurio debido a la ausencia de ruido al accionar éstos. Están sobre todo pensados para bancos y joyerías. También existen interruptores de actuación manual por flexión que dispuestos convenientemente, también pueden ayudar a avisar en caso de atraco.

SENSORES INFRARROJOS

Veamos ahora los sensores activos (necesitan alimentación auxiliar). Los sensores que se basan en la luz infrarroja son los detectores fotoeléctricos más utilizados hoy en día. La luz visible casi ya no se usa debido al inconveniente de ser detectada por parte del intruso, con la posibilidad de que pueda esquivar las barreras que se interpongan en su camino. Su consumo es relativamente bajo, no superando casi nunca los 20 mA con una tensión casi normalizada de 12 voltios. La figura 15 muestra unos detectores de este tipo que están pensados para efectuar su cometido en forma de barrera.





Detector volumétrico combinado que incluye un dispositivo para la radiación infrarroja y otro de microondas por efecto Doppler. Pueden emplearse las dos secciones al tiempo o como detectores independientes. Se indican los diagramas de radiación y las zonas de trabajo con la abertura posible y el alcance en metros. (Cortesía: Elkron).

La radiación infrarroja es una emisión electromagnética que se extiende por debajo de la parte de la luz visible en el espectro, pero mucho más alta que las bandas de radiofrecuencia usuales. El margen de la frecuencia es mucho más ancho que la luz visible, (10^{12} hasta 10^{14} Hz) pudiéndose radiar fácilmente mediante un diodo semiconductor emisor de infrarrojos. La recepción tampoco tiene problema mediante diodos adecuados.

Si el rayo es interceptado, el receptor dispara la alarma. Para tener una protección eficaz es necesario disponer adecuadamente los emisores y sus receptores utilizando si es necesario espejos, como muestra la figura 17. La radiación infrarroja está generada también por fuentes que producen calor. El cuerpo humano o el de cualquier animal, una linterna, una estufa, etc., son generadores de infrarrojos.

Cualquiera de estos generadores podría interferir al receptor de la barrera y un intruso podría engañarlo encendiendo una linterna dirigida hacia él. Para evitar esto se modula la emisión de infrarrojos. La modulación se realiza en amplitud, de forma que el receptor sólo acepta la señal modulada. Si las señales cesan o incluso si se recibe radiación constante se da la alarma. El margen de longitud en las barreras usuales va desde un máximo de 10 metros para unidades muy pequeñas hasta llegar a 300 metros en las más grandes. Cuando se refleja en un espejo el rayo es atenuado y por ello cada reflexión acorta la distancia a que se puede instalar la barrera. En una reflexión la longitud se reduce a un 75 %, dos reflexiones a un 60 % y con tres desciende hasta un 43 %. Los rayos también pueden atravesar cristales transparentes reduciendo la longitud eficaz, siendo menor la reducción que en el caso de la reflexión. En el paso de un cristal usual se pierde aproximadamente un 17 % quedando un 83 %. En dos queda un 70 %, en tres un 60 % y en cuatro un 50 %.

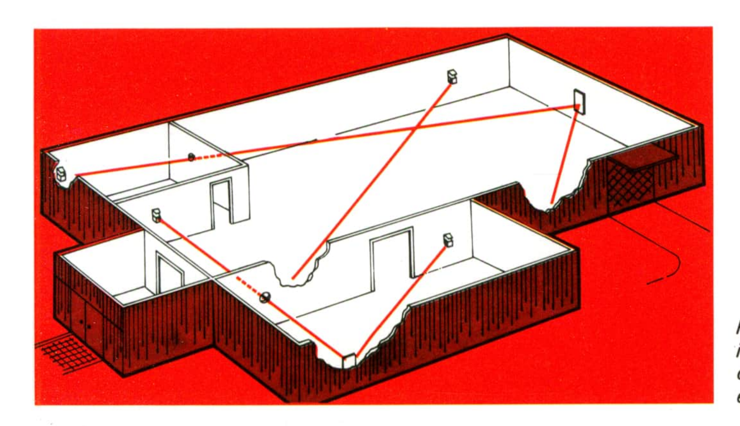


Figura 17. Barrera infrarroja siguiendo la disposición mediante espejos.

Existen otros sistemas que en forma de barrera utilizan los rayos láser, los cuales pueden ser rayos de luz infrarroja de una única frecuencia, no como en los casos anteriores en que eran un conjunto de frecuencias. Estas unidades pueden alcanzar hasta 15 kilómetros con niebla o nieve. El transmisor utiliza un diodo láser de arseniuro de galio (AsGa) con una potencia de aproximadamente un vatio (figura 18).

SENSORES ULTRASONICOS

Estos sensores utilizan los ultrasonidos, que son señales con frecuencia superior a 20 kHz. Por tanto no son audibles por las personas. Normalmente se utilizan las frecuencias comprendidas entre 23 y 40 kHz. El principio se basa en que un oscilador electrónico genera una frecuencia ultrasónica que alimenta a uno o más transductores ultrasónicos. Los sonidos de alta frecuencia se producen en el espacio protegido y se reciben después por un micrófono alojado en la misma unidad que el transductor. El receptor capta el sonido del emisor y también el reflejado procedente de varias superficies del recinto. Si hay cualquier movimiento dentro del campo de la unidad, el sonido reflejado procedente del

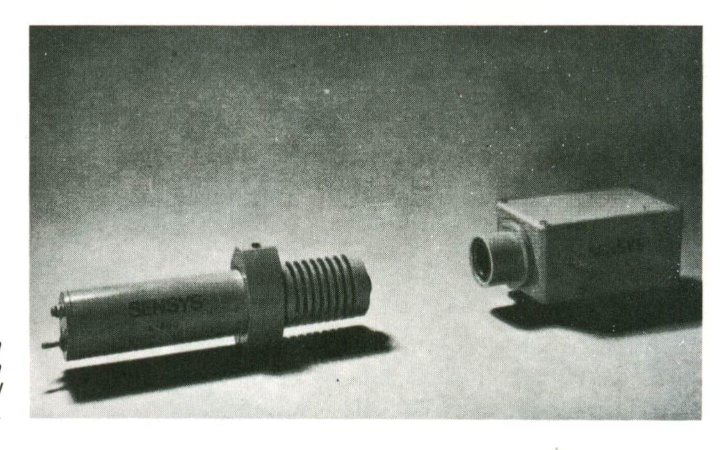
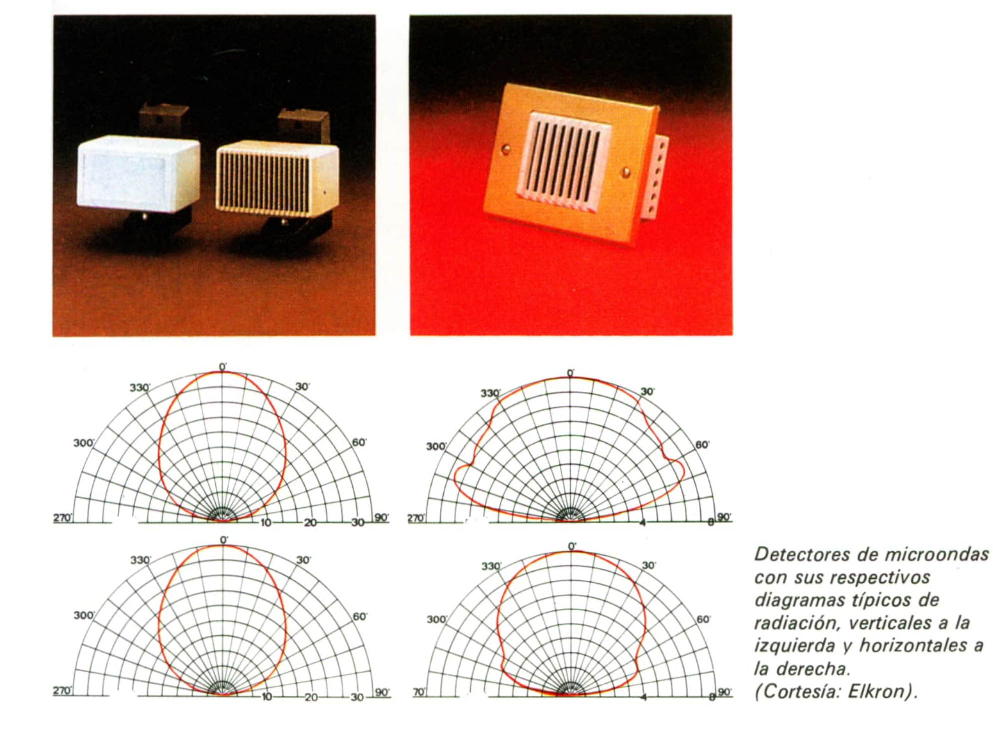


Figura 18. Barrera protectora que emplea la moderna técnica del rayo láser.

objeto en movimiento experimentará un cambio de frecuencia debido al *efecto Doppler-Fizeau* (figura 21). Por ello, el micrófono captará frecuencias diferentes, la directa procedente del transductor, la reflejada procedente de los objetos estáticos y la frecuencia reflejada y cambiada procedente del objeto en movimiento. Si se mezclan dos frecuencias cercanas se producirá una tercera frecuencia que es la diferencia entre las anteriores, hecho que se conoce con el nombre de «nota de batido». En este caso, si la frecuencia directa es de 23 kHz y la reflejada Doppler de 22,7 kHz, la frecuencia de batido que aparecerá es de 0,3 kHz (23 kHz-

22,7 kHz = 0,3 kHz = 300 Hz). También se genera la suma de las dos, pero se desecha por ser muy alta para las aplicaciones concretas en que se aplica este sistema. La frecuencia de la «nota de batido» depende de la velocidad del móvil relativa a la unidad detectora, pero siempre será mucho más baja que las frecuencias ultrasónicas que se producen. La figura 20 presenta el diagrama de bloques de un detector usual y su zona de protección.



Detectores de microondas con sus respectivos diagramas típicos de radiación, verticales a la izquierda y horizontales a la derecha.
(Cortesía: Elkron).

EFECTO DOPPLER

Cuando un foco sonoro, un observador o ambos, están en movimiento respecto al aire, el tono (frecuencia) percibido por el observador no es en general el mismo que cuando el foco y el observador están en reposo. El ejemplo más conocido es quizá el descenso brusco de tono que se

observa en el sonido emitido por la bocina de un automóvil y que se produce justamente cuando se encuentra y se pasa un automóvil que avanza en sentido opuesto. El fenómeno se conoce con el nombre de efecto Doppler o Doppler-Fizeau. En la figura 21, S representa un foco sonoro que se

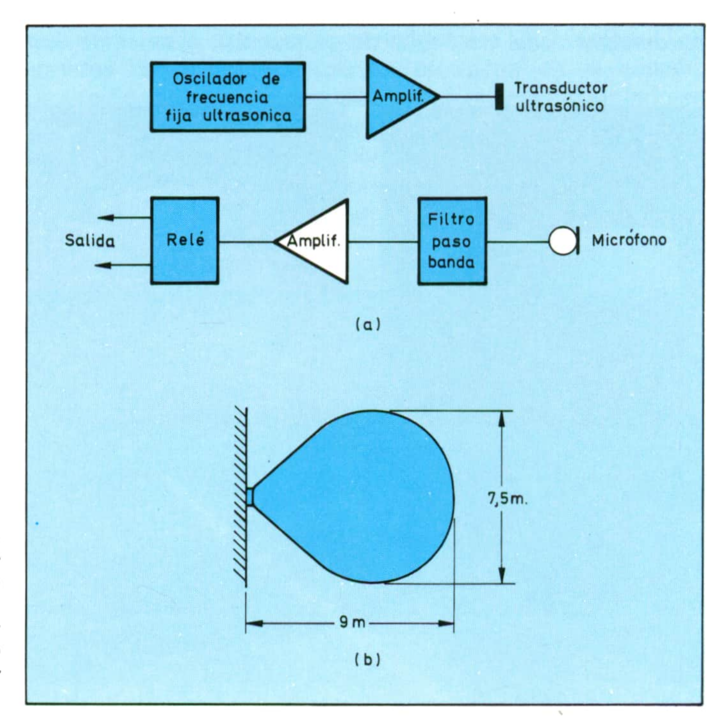


Figura 20. a) Diagrama de bloques de un sensor volumétrico ultrasónico por efecto Doppler-Fizeau; b) Posible área de protección de un sensor ultrasónico.

mueve hacia la derecha con una velocidad V_s y emite ondas sonoras de frecuencia f_0. El observador, que se mueve hacia la derecha con una velocidad V_L, está representado por L. Para mayor generalidad se supone que el medio (aire) se mueve también hacia la derecha con una velocidad V_m. Las velocidades V_s , V_L y V_m son todas velocidades relativas respecto a tierra. Una onda sonora emitida por el foco S en el instante $t = 0$ avanza respecto al medio con una velocidad de propagación V. La velocidad de propagación de las ondas sonoras en/o respecto al medio es una propiedad que sólo

depende del medio y es independiente de la velocidad del foco (las ondas se olvidan del foco tan pronto como lo abandonan). Puesto que el medio está moviéndose hacia la derecha con una velocidad V_m , la velocidad de las ondas emitidas hacia la derecha, respecto a tierra es la suma de su velocidad respecto al medio y de la velocidad del medio respecto a tierra, o sea, $V+V_m$. Por consiguiente, en un tiempo t una onda avanza hacia la derecha una distancia $(V+V_m)t$. Durante el mismo tiempo, el foco ha avanzado una distancia $V_s t$ y ha emitido $f_0 t$ ondas. Por tanto, $f_0 t$ ondas ocupan la distancia comprendida entre el foco y la onda emitida en el instante $t=0$, o sea, una distancia $(V+V_m)$ $t-V_s t=(V+V_m-V_s)t$. La distancia entre dos ondas cualesquiera consecutivas, es decir, la longitud de onda, será por tanto:

$$\lambda=\frac{(V+V_m-V_s)t}{f_0 t}=\frac{V+V_m-V_s}{f_0}$$

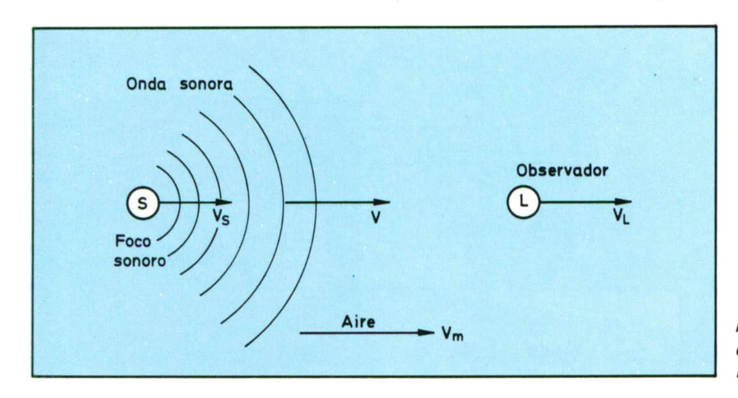
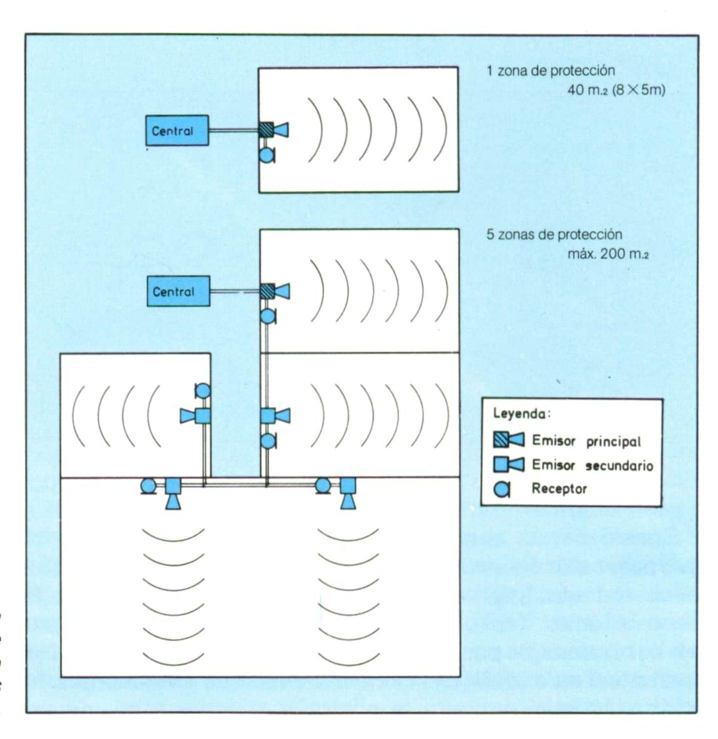


Figura 21. Representación esquemática del efecto Doppler.

Consideremos ahora el observador. Las ondas sonoras que pasan por él tienen una velocidad $V+V_m$, pero su propia velocidad es V_L y la velocidad de las ondas respecto al observador es $V+V_m-V_L$. El número de ondas que pasan por el observador por unidad de tiempo, o sea, la frecuencia aparente f, es la razón de la velocidad relativa a la longitud de onda, esto es:

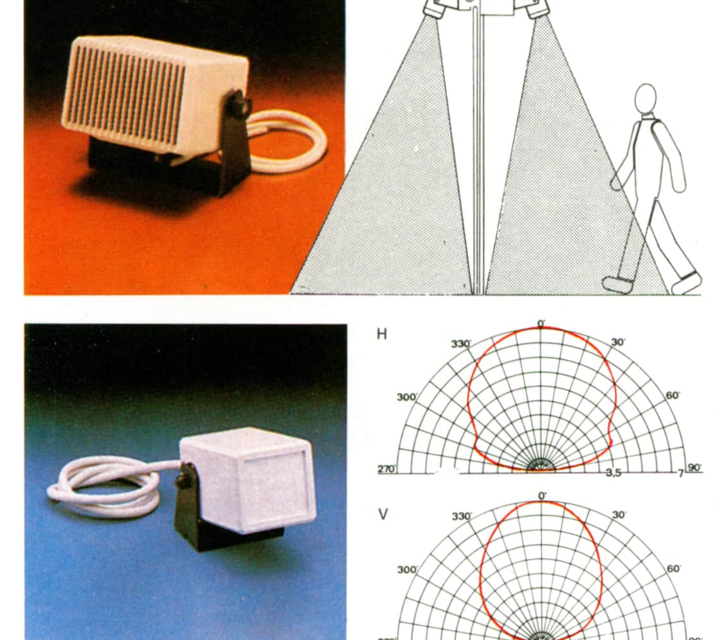
$$f = \frac{V + V_m - V_L}{(V + V_m - V_s) / f_0} \qquad \frac{f}{f_0} = \frac{V + V_m - V_L}{V + V_m - V_s}$$

siendo f/f_0 la razón de la frecuencia aparente a la verdadera. Cuando se aplica esta ecuación debe prestarse especial atención a la construcción del esquema de partida y a los signos algebraicos. Si en algún caso algunas de las velocidades es opuesta a la de la figura debe invertirse su signo en la última ecuación. La velocidad de propagación V se considera siempre positiva. El efecto Doppler no queda limitado a las ondas sonoras. La luz de una estrella que se aproxima a la Tierra tiene su frecuencia un poco más elevada o longitud de onda más corta que si las dos estuvieran en reposo relativo. Con microondas también se puede aplicar este efecto, por lo que se pueden construir radares basados en él.



Ejemplo de instalación de un sistema de ultrasonidos pensado para proteger distintas dependencias.

Las desventajas de estos detectores es que tienen propensión a las falsas alarmas. Una frecuencia Doppler filtrada puede ser producida por el aire, a través del cual viaja el sonido, moviéndose de la misma forma que lo hace la superficie reflectora. Debido a esto, los sensores ultrasónicos no se utilizan en el exterior porque la más ligera brisa podría dar la alarma. En el interior se deben evitar las corrientes de aire, el movimiento de cortinas y el movimiento de animales. Otra causa posible de falsas alarmas es que los



Detector volumétrico de movimiento por microondas (arriba). El detector responde, mediante la conmutación de un relé, a la presencia de una persona dentro de su área de radiación. En la parte inferior, detector de microondas con sus diagramas horizontal y vertical de radiación. (Cortesía: Elkron).

sonidos de tono muy alto originan otros cercanos. Estos pueden tener armónicos que se extiendan en el margen de frecuencias de los ultrasonidos y, debido a esto, pueden producir notas de batido en el sensor. Otras fuentes de fallos son los frenazos de los vehículos en las calles adyacentes, el silbido de la base de tiempo de líneas procedente de un

televisor cercano, fugas en las canalizaciones de aire comprimido, de agua y de gas.

Existen otros sensores que tienen el emisor y el receptor separados y montados en distintas cajas. Se trata de un sensor de ultrasonidos volumétrico que al tener el emisor y el receptor separados proporciona una gran flexibilidad en su distribución. El sistema puede estar compuesto por uno o varios pares emisores y receptores. Las ondas ultrasónicas generadas por el emisor principal recorren todo el volumen a proteger, se reflejan en los distintos objetos situados en el local y finalmente son captadas por el receptor. Cualquier movimiento registrado en el área vigilada es captado, activando la alarma. El emisor principal suministra la alimentación a los emisores secunda-

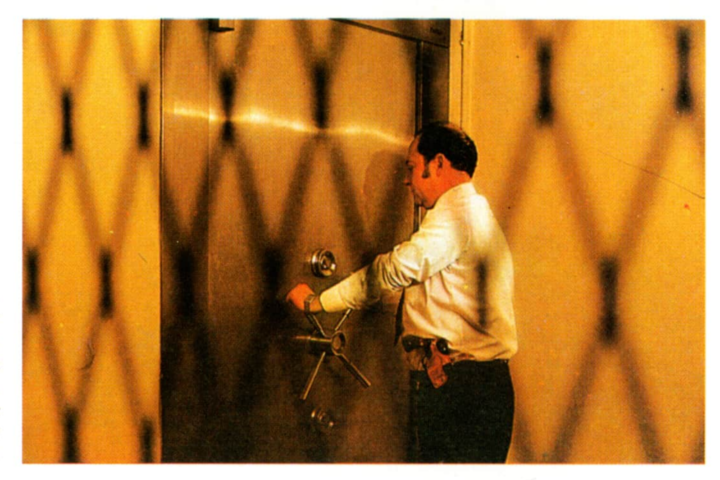
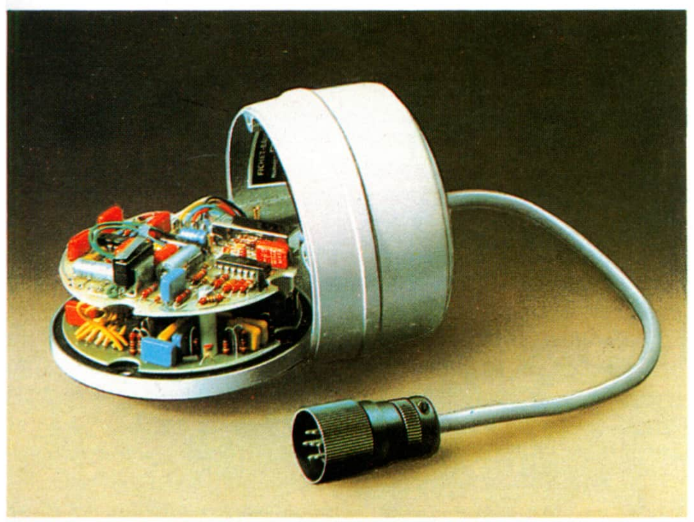


Figura 24. Las camas acorazadas deben tener una alta seguridad contra los robos, por los valores que se guardan en ellas. También aquí los sistemas electrónicos son esenciales.

rios y los receptores y vigila las líneas de conexión. El emisor principal recoge las señales procedentes de los receptores y las transmite a la central. Pueden conectarse al emisor principal un máximo de 4 emisores secundarios y 5 receptores, de forma que puedan disponerse de 5 conjuntos emisor/receptor. Para minimizar los efectos secundarios, la evaluación de las señales se efectúa en una banda estrecha de 25 a 75 Hz.

Aunque no sean ultrasónicos, al tratar con el sonido es conveniente presentar otros sensores que se basan en el

sonido para detectar cualquier irregularidad. Uno muy significativo es el mostrado en la figura 25, especialmente estudiado para la protección de cámaras acorazadas (figura 24). Vigila las paredes, las cajas fuertes y los comparti-



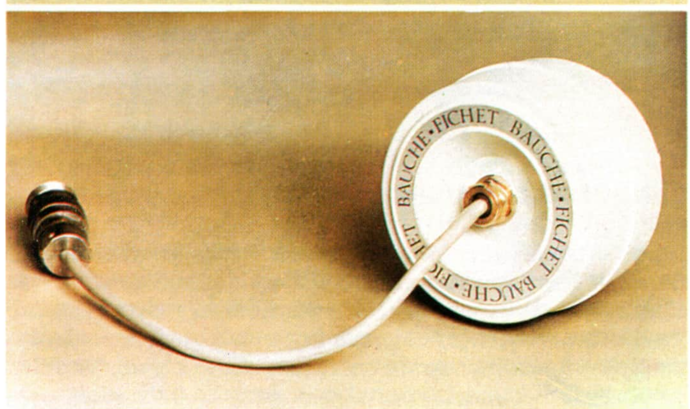


Figura 25. Sensor electrónico protector de cámaras acorazadas, cajas fuertes y paredes de compartimientos bancarios.

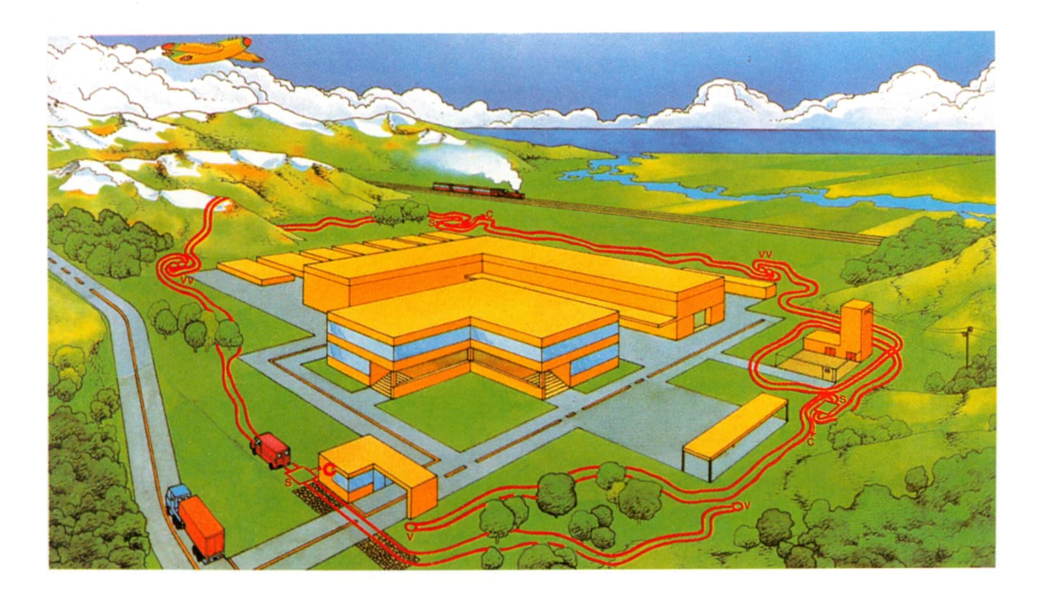
mentos bancarios, teniendo como fin detectar vibraciones mecánicas características que se propagan dentro de la estructura de los materiales cuando se produce un ataque

con la utilización de las herramientas conocidas hasta hoy (dispositivos de percusión, muelas de diamantes, sopletes, etc.). El ataque a una caja fuerte, a una cámara acorazada, a compartimentos bancarios, provoca vibraciones mecánicas internas cuyas características varían según las herramientas utilizadas. El principio de la detección de este sensor se basa en la medida de la amplitud y de la frecuencia de estas vibraciones, las cuales se propagan en los materiales en caso de ataque. Cuando su nivel alcanza un punto de referencia en un espectro de frecuencia determinado, se produce una reacción en el detector y las señales registradas son analizadas y puestas en memoria. Un proceso electrónico permite la discriminación de los efectos de la mayoría de las fuentes parásitas de vibraciones de aquellas que caracterizan un ataque. Si las señales se mantienen o se vuelven a producir durante un tiempo predeterminado, o bien si la amplitud instantánea de las vibraciones es muy importante (caso de ataque con explosivos), la alarma se dispara. El principio mencionado también está adaptado para la detección de medios de ataque que generan un bajo nivel de vibraciones internas y en particular para las vibraciones consecutivas a la utilización de una lanza térmica. Situado en una pared monolítica de cemento armado, su detección subre un radio de 5 metros (es decir una superficie aproximada de 80 m^2). Existen dos versiones: una para vigilancia de paredes de cámaras acorazadas y otra para las cajas fuertes y compartimentos bancarios.

SENSORES DE MICROONDAS

Los sistemas de alarma por microondas se utilizan para proteger áreas similares a las regularmente protegidas por los sistemas basados en el método ultrasónico, pero se pueden instalar en el exterior. La mayoría de los sistemas corrientes emplean dispositivos que se basan en el efecto Doppler, empleando frecuencias portadoras de radio frecuencia en la banda de UHF (*ultra high frequency*) o microondas. El sistema ofrece una total cobertura de pared a pared y de techo a suelo y está dotado para la protección de áreas superiores a 850 metros cúbicos por unidad. La frecuencia utilizada está situada usualmente entre 800 MHz y 15 GHz.

Estas oscilaciones se proyectan en forma de ondas de radio desde un radiador como un haz. La potencia radiada varía, aunque generalmente es de unos 10 mW. Como en el caso de los de ultrasonidos, al detectar cualquier movimiento dan la alarma. Lo más notable de las microondas es que pueden atravesar la madera, el cristal, el yeso e incluso, con una extensión limitada, los ladrillos. Esto puede tener tantas



Representación de un sistema perimetral de seguridad enterrado, muy efectivo en la protección de instalaciones aisladas (chalets, cárceles, edificios públicos, etc.).

ventajas como desventajas. En un espacio donde hay grandes objetos, tales como cajas para embalaje en un almacén donde podría cobijarse un intruso, las microondas pasarían a través de éstos y de este modo revelarían cualquier objeto o persona en movimiento. La desventaja consiste en que el rayo atravesará los suelos, las paredes y particularmente el techo y por esta razón podría disparar una falsa alarma, debido a que los objetos se mueven fuera del espacio protegido. Para superar este problema los transmisores pueden ser fijados con placas deflectoras que dan una conformación al haz, tanto en el eje horizontal como en el vertical. El eje vertical es generalmente plano para no penetrar en el techo. La distribución horizontal puede ser ancha, estrecha o con cobertura dividida. Para evitar falsas

alarmas el haz no deberá ser mayor que el recinto que tiene que ser protegido. La mayoría de los sensores tienen posibilidad de ajuste de la potencia emitida.

Las microondas están atenuadas por la lluvia y la niebla. Otro riesgo, en las instalaciones exteriores, son los pequeños objetos, pájaros y papeles arrastrados por el viento, que pueden interceptar el rayo y causar una falsa alarma. La solución adoptada por algunos fabricantes es establecer un tamaño mínimo para los objetos interceptores de haces que podrían producir una alarma. Lo mismo que con los sensores ultrasónicos, es virtualmente imposible anular un sistema de microondas que esté trabajando, siendo detectada cualquier aproximación a los sensores.

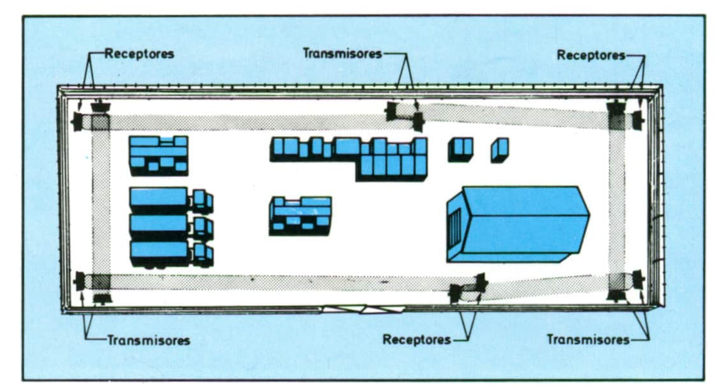


Figura 27. Sistema protector de tipo perimétrico que emplea las microondas como medio detector.

Estos sensores tienen varias configuraciones. Una de ellas es la mostrada en la figura 30, parecida a la de los ultrasónicos. Otras están diseñadas para su trabajo como barreras exteriores de protección, semejantes a las puestas en la instalación presentada en la figura 27. Esta puede tener en cada enlace una longitud de 15 a 150 metros y una anchura de 2 a 6 metros, sin estar afectada por fuego, nieve o niebla. Hay otros modelos con radiación radial para ser montados en el techo y así hacer que los objetos de metal, como grandes máquinas, no puedan ocultar a un intruso. Otros no utilizan el efecto Doppler, sino que transmiten un haz estrecho al receptor situado en un punto remoto (parecido a la barrera mencionada antes).

Existen sistemas que utilizan microondas para proteger perímetros (figura 28). Estos sistemas utilizan cables especiales enterrados en los que actúan las microondas enviadas por un emisor. Como se ilustra en la figura 29, el transmisor se conecta a un cable transductor y un receptor se conecta al otro cable. Unos impulsos cortos de VHF (*very high frequency*) provocan una onda de superficie que se propaga a lo largo y fuera del cable del transmisor. Una parte de esta onda de superficie se acopla en el cable receptor y éste la envía al receptor. La variación de la amplitud de esta

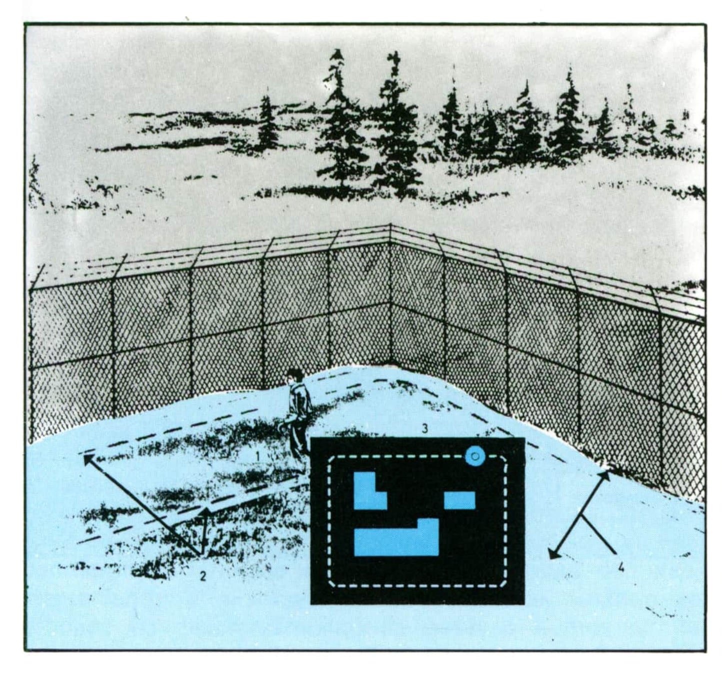


Figura 28. Sistema de protección perimétrica que utiliza microondas y en donde el elemento transductor es un par de cables enterrados;
1) Intruso;
2) Cables sensores subterráneos;
3) Visualizador de la alarma;
4) Zona de detección.

onda en función del tiempo es demodulada y, si no hay ningún intruso, la forma de onda demodulada permanece estacionaria. Cuando un intruso entra en el campo de acoplamiento entre los cables causa una modificación en la forma de onda demodulada, la cual puede ser detectada mediante un sistema digital. La forma de onda S_1 se pasa a digital y

memoriza mediante un procesador (S_2). Este procesador puede realizar la diferencia entre señales (S_3) detectando la presencia de un intruso cuando esta diferencia supera un umbral preestablecido. La localización mencionada se determina por el tiempo de retardo entre el comienzo del impulso emitido y la recepción de la perturbación en la forma de onda demodulada. El resultado se lleva a una señal acústica y a otra visual. (visualizador o display de LEDs).

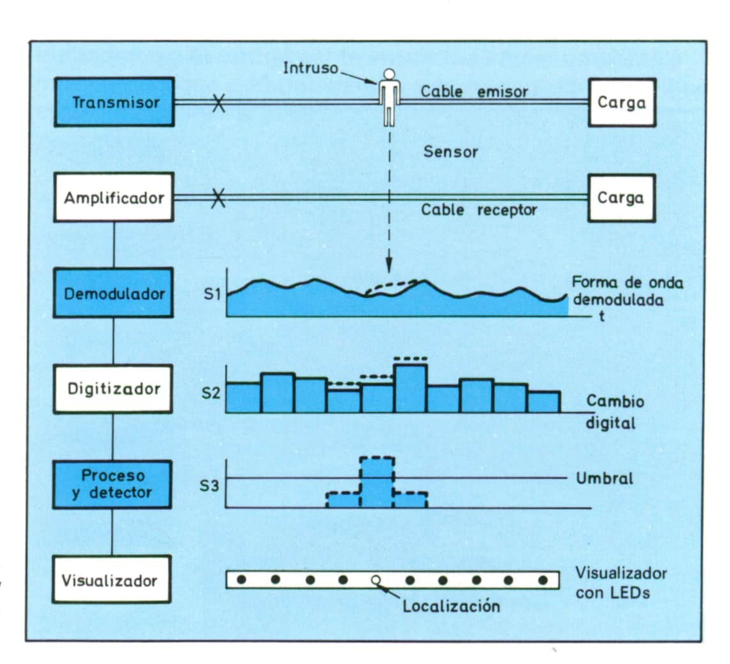


Figura 29. Diagrama de funcionamiento del sistema detector de la figura anterior.

SENSORES DE INCENDIO

La figura 31 muestra varios de los sensores que se utilizan en la detección de incendios. En función del tipo de fuego a detectar y de la futura situación del detector se determinará el tipo a utilizar. Dentro del campo de la detección el tipo más perfeccionado y eficaz en la mayoría de los casos es el detector iónico. Cuando se inicia la combustión normalmente se desprenden gases y humo no

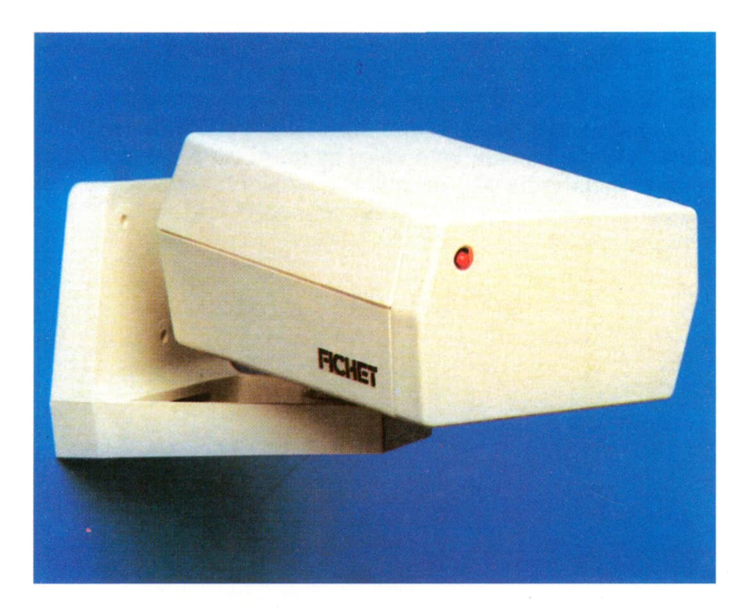


Figura 30. Sensor volumétrico de microondas fijado en la zona alta de la pared.

visibles al ojo humano, pero que sí alteran las condiciones ambientales del lugar donde ocurre la combustión. Esto provoca la alarma.

El sensor iónico se compone básicamente de dos cámaras separadas entre sí; ambas están constantemente ionizadas por una fuente de material radioactivo (americio 241) situado en la cámara interior o de referencia.

Esta amósfera ionizada, al serle aplicada una tensión entre las cámaras, crea una débil corriente de iones que en condiciones normales es idéntica en ambas cámaras, manteniendo el potencial medio constante. Cuando se produce un desprendimiento de gases o humos por la combustión y éstos llegan al detector penetrando en la cámara exterior, chocan con la corriente de iones, impidiendo así su movimiento al hacer que las partículas ionizadas sean más pesadas, con lo que se produce un desequilibrio entre las dos cámaras, aumentando el potencial y disparándose el circuito electrónico que transmite la señal de alarma a la central. La radiación del material de la fuente radioactiva es en forma de rayos alfa y gamma blandos. El campo de los rayos alfa es muy corto, aproximadamente de unos 4 cm, por

lo que no pueden pasar de la cámara exterior y solamente son emitidos por el sensor los rayos gamma blandos, cuya radiación se controla para que no sobrepase el valor de 1,5 microcuries por hora a una distancia de 5 cm desde la superficie del sensor, este valor es inofensivo por estar por debajo de la radiación normal del ambiente admitida y que está estimada en 5 microcuries por hora.

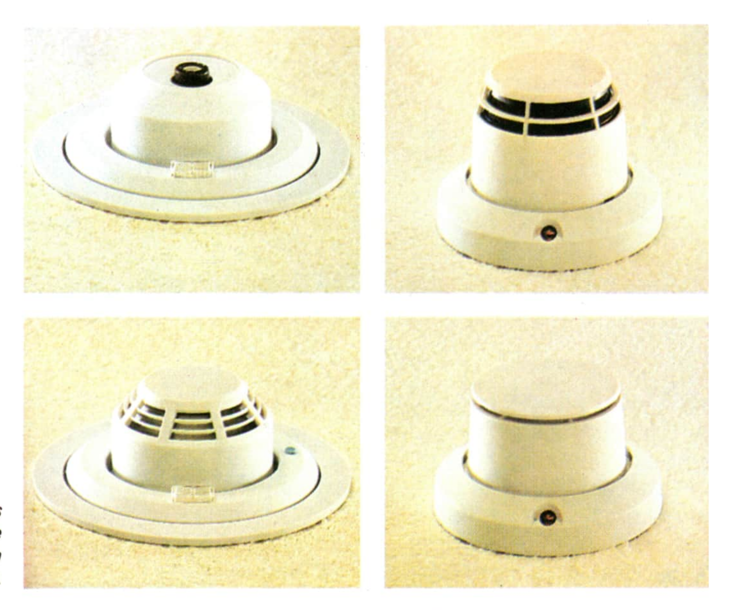


Figura 31. Distintos tipos de sensores detectores de incendios. Se fijan en paredes y techos.

Los sensores termovelocimétricos también se utilizan en la detección de incendios. Estos se basan en el principio del aumento de la presión del aire por el aumento de la temperatura. Están pensados de forma que mientras el aumento de temperatura es menor de 2.° centígrados por minuto,la diferencia de presión es compensada por la cámara interior en comunicación con el aire exterior, pero en cuanto dicha temperatura aumenta a una velocidad superior, la presión aumenta poniendo en situación de alerta al detector hasta que se dispara la alarma a la temperatura prefijada, que normalmente suele ser de 70°C, cubriendo normalmente un área de 80 m^2. Otro sistema de detección termovelocimétrica

utiliza termistancias como elementos detectores de la variación de la temperatura. Usualmente se combinan estos sensores con sensores estáticos de temperatura, a base también de termistancias.



Alambrada de seguridad en torno a una prisión en las inmediaciones de Toronto (Canadá). Hay sensores enterrados y en las vallas metálicas.

Los detectores ópticos de humos se componen de una cámara estanca en el interior a la luz exterior, en la que va montado un diodo emisor de luz con una célula fotoeléctrica o un fototransistor, de forma que la luz emitida por el diodo no llegue a la célula si no es por refracción de la luz sobre las partículas de humo que penetran en el detector, en cuyo momento la luz reflejada alcanza al fototransistor activando el circuito de alarma. Son muy adecuados para materiales que pueden arder sin llama pero que desprenden humo en mucha cantidad como el PVC, por ejemplo. Este efecto de dispersión de la luz se llama efecto Tyndall. Las corrientes de reposo no superan los 200 μA, y activados los 100 mA.

Los sensores ópticos de llamas funcionan a base de una célula fotosensible situada en el exterior del mismo para captar las radiaciones de los rayos infrarrojos que emite el fuego. Para evitar falsas alarmas producidas por emisores de puntos caloríficos normales, como la calefacción o el alumbrado, la señal que da la célula es analizada por un

circuito electrónico que rechaza las que no son emitidas por una llama oscilante de 5 a 10 Hz, en cuyo caso da la alarma.

Todos estos detectores llevan incorporado un indicador luminoso que señala exteriormente su activación.

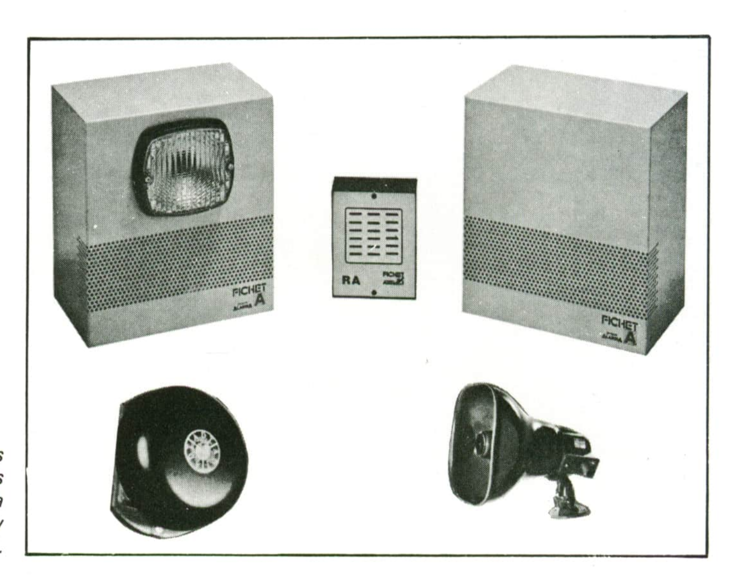


Figura 33. Diferentes tipos de indicadores audiovisuales de alarma (sirenas, bocinas y lámparas de destellos).

INDICADORES DE ALARMA

Un indicador de alarma puede ser una lámpara, un zumbador, una sirena, un timbre, etc. (figura 33). Estos deben tener un sonido fuerte para que pueda ser oído en una gran extensión. Puesto que el sistema de alarma completo culmina en el dispositivo indicador y tiene un gran riesgo para los intrusos, pero si se sabotea toda la instalación queda inútil. Por ello es conveniente instalar más de una sirena o timbre. Como sistema redundante también es aconsejable disponer de un marcador automático telefónico que nos avise a nosotros y a la policía o bomberos. Para una seguridad óptima, el sistema debe estar diseñado para trabajar satisfactoriamente a partir de baterías de reserva y esto significa la limitación de la intensidad del dispositivo de

alarma en un valor que pueda ser sostenido por las baterías hasta una media hora antes de que se agoten.

El nivel de sonido en decibelios (dB) generado por un dispositivo acústico de alarma necesita ser alto. El oído humano no responde linealmente al nivel de sonido. Lo hace de una forma logarítmica. Esta característica permite al oído contener, con un amplio margen, sonidos muy altos de nivel y escuchar perfectamente sonidos muy tenues. Cualquier ruido por encima de 80 dB se considera usualmente alto. El umbral de dolor se alcanza a 130 dB. Una cuestión



Cuando la zona a proteger es amplia, se recurre al control perimetral con el que se detecta la intrusión inmediatamente, e indica el punto exacto en la unidad de control.

importante es que la presión sonora decrece con la distancia. Si una fuente de ruido da a tres metros de distancia un nivel de 90 dB, este nivel habrá decrecido a 70 dB a 30 metros. La sonoridad de la señal de alarma implica una intensidad alta ya que se requiere mucha potencia para producirla.

El dispositivo de alarma más común es el timbre, de todos conocido. Es conveniente, en el caso de alarmas antirrobo, encerrar el timbre en una caja metálica antisabotaje. Cuando se requieran fuentes de sonido extraordiariamente fuertes o que deban ser oídas a distancias muy grandes se deberán utilizar sirenas.

UNIDADES DE CONTROL O CENTRALES

La unidad de control es el corazón de todo el sistema de alarma, determinando la flexibilidad, la facilidad, la eficacia, la fiabilidad y la explotación del sistema. Su primera función es procurar el enclavamiento del circuito, de forma que la alarma continue sonando después de haber sido disparada

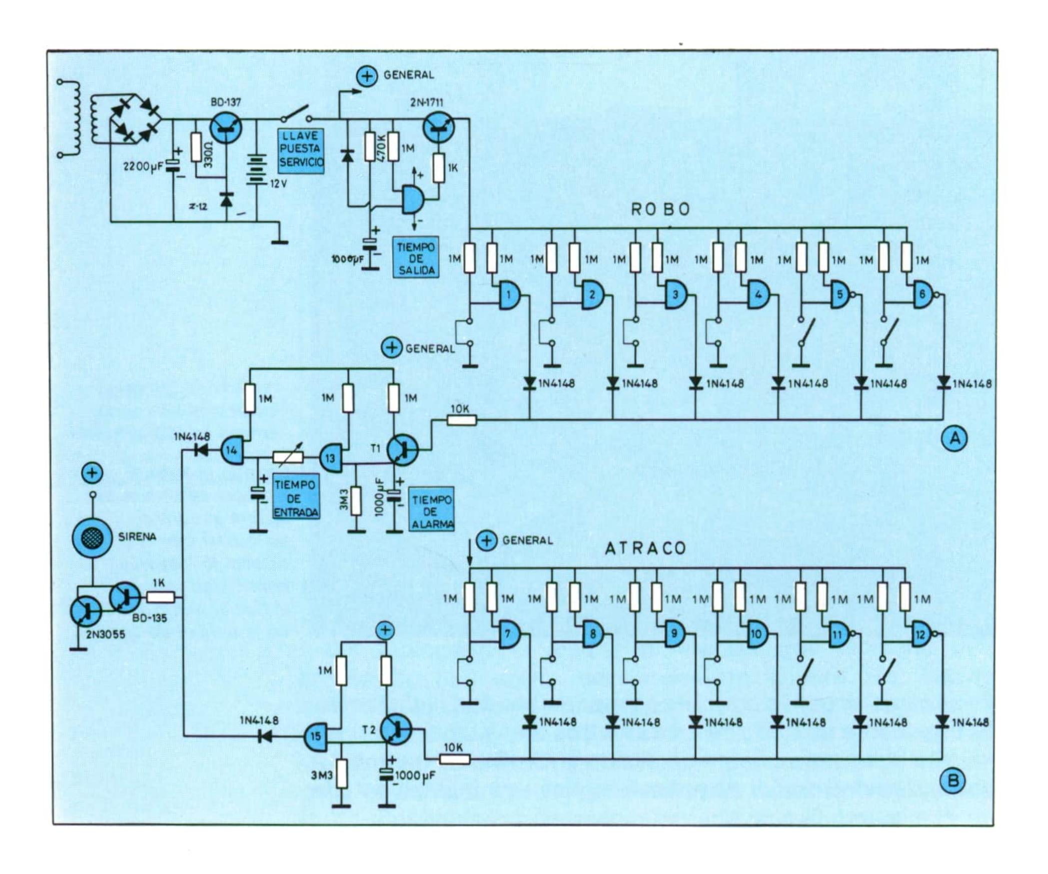


Figura 35. Esquema electrónico de una unidad de control o central de alarma.

por el sensor que haya activado el intruso, el fuego o el mismo propietario de la alarma como consecuencia de un atraco. Es esencial disponer de medios para verificar el sistema a fin de detectar cualquier anomalía en la seguridad,

debiendo ser éste silencioso. En la unidad de control se encuentra también la fuente de alimentación de ella misma, de todos los sensores y de los indicadores de alarma. Las centrales antirrobo pueden tener también circuitos para antiatraco. Las más usuales disponen de un circuito retardado y uno inmediato como mínimo. El retardado puede llegar a tener un tiempo de retardo ajustable de 0 a 120 segundos. El circuito de atraco es normalmente abierto y los de robo cerrados. Los circuitos inmediatos pueden ser más de uno para poder discriminar entre distintas zonas protegidas, permitiendo la conexión o desconexión de cada zona por separado y la indicación luminosa independiente de su activación, sabotaje o avería. Al tener posibilidad de conectar los sensores por zonas es fácil detectar falsas alarmas, si las hay, y saber qué sensor o conjunto de sensores conectados a una zona las ha provocado, debido a que cada zona tiene una memoria. Esta memoria actúa en



El control informático de toda la instalación de seguridad se procesa mediante los sistemas de gestión. (Cortesía: Hewlett Packard).

todo momento, pero se puede decidir si se quiere activar el indicador de alarma o no. Esta característica permite la puesta a prueba de las instalaciones recién terminadas sin necesidad de molestar a nadie dando la alarma externa innecesariamente. Este factor es importante ya que, de lo contrario, podrían acostumbrarse a las falsas alarmas y no dar la debida importancia en un caso real de robo o incendio.

La salida de las unidades de control es, en la mayoría de los casos, un relé con varios circuitos de salida, a los cuales se pueden conectar las sirenas, timbres o marcadores telefónicos necesarios. Cuando se da una señal de alarma y desaparece, el relé conecta los indicadores de alarma durante 2 ó 5 minutos. Si la señal de alarma no desaparece, el relé mantiene conectados los indicadores hasta que se agota la fuente de energía o se desconecta la unidad de control mediante la típica llave de seguridad.

La unidad de control deberá estar en un lugar protegido y disponer de llave de seguridad o de codificación secreta. Las operaciones a realizar son: conectar la central y abandonar el



Las salas de arte son uno de los lugares en los que se busca una mayor protección debido al elevado valor del material expuesto.

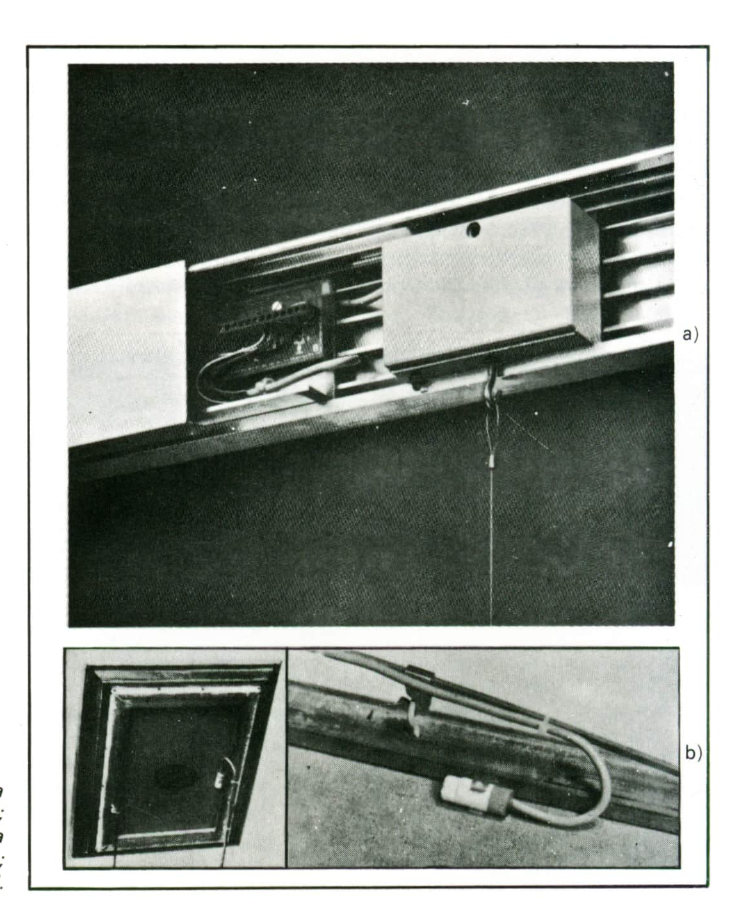
local con el cierre de todas las puertas protegidas. Si la central pasara a funcionar totalmente desde un primer momento, al abrir cualquier puerta se dispararía la alarma; para evitar esto, se recurre a colocar todas las puertas que debe recorrer quien conecte la alarma en el circuito de retardo mencionado anteriormente o bien, si están en el circuito inmediato, instalar una central que retarde todos los circuitos (inmediatos más retardados) al conectarla durante unos minutos (2 a 5) (tiempo de salida) independientemen-



Los sistemas electrónicos también tienen la misión de controlar los accesos de seguridad a edificios, salas o habitaciones especialmente importantes.

te del tiempo que se haya determinado para el tiempo de entrada (circuito retardado). Es decir que en la central se tendrán tres tiempos de retardo a tener en cuenta: tiempo de entrada, tiempo de salida y tiempo de alarma.

La figura 35 presenta un esquema práctico de una unidad de control con las siguientes características: 4 bucles



Sistemas antirrobo para obras de arte;
a) Sistema por colgadura de la obra o cuadro;
b) Sistema inercial.

o circuitos cerrados de robo, 2 bucles abiertos de robo, 4 bucles cerrados de atraco, 2 bucles abiertos de atraco, tiempo de entrada regulable entre 0 y 2 minutos, tiempo de salida regulable entre 0 y 2 minutos y tiempo de alarma de 3 minutos más el tiempo que tarde en desaparecer la causa de la alarma. Su consumo en reposo no supera 20 mA. Al colocar la llave de puesta en marcha en *ON*, aparece inmediatamente la tensión de 12 V para los circuitos correspondientes al atraco, pero se debe esperar un tiempo mínimo (tiempo de salida) para que esta tensión aparezca en los circuitos correspondientes a robo. En este intervalo,

cualquier apertura o cierre de un lazo de robo no repercutirá en la señal de alarma. A partir de ese momento la central comienza a funcionar en su estado operativo normal. Una apertura de cualquiera de los lazos correspondientes a atraco proporciona un nivel alto en B, suficiente para saturar el transistor Tr_2 que carga al condensador que va unido al emisor. Mientras persista este nivel alto se mantendrá la alarma y en el momento en que desaparezca la causa de alarma el nivel en B pasa a bajo, con lo que Tr_2 se bloquea y es la célula RC la que determina el tiempo de permanencia de alarma (minutos). La apertura de un bucle (o cierre) correspondiente a la zona de robo origina el nivel alto en A,



Sistema centralizado de alarmas vía radio. En una amplia consola puede tenerse información visual o sonora de los diversos puntos a proteger, además se pueden controlar los desastres de tipo atmosférico o la presencia de intrusos. (Cortesía: Tecno Data).

lo que satura Tr_1 cargando el condensador C_1, el cual origina un nivel alto en la salida de la puerta *Y* n.º 13 que ataca a la célula RC de constante de tiempo variable, la cual determina el tiempo de entrada. Como se puede observar, el diseño de las unidades de control admite muchas variantes y por ello el futuro instalador debe conocer las posibilidades de las unidades de control que potencialmente debe instalar para asegurar un proyecto de seguridad óptimo.

En las instalaciones muy complicadas de alta seguridad y dado el actual dominio de la microelectrónica, se disponen unidades de control de gestión informática de las alarmas por grado de urgencia con un tratamiento mediante consignas de seguridad (figura 41). La detección de las alarmas se realiza de la misma forma, repartida en zonas. En estos casos la seguridad es integral y agrupa también los sensores de incendio e incluso los actuadores necesarios para apagar el fuego en el lugar en que ocurra. Pero además, se pueden procesar informaciones provenientes de detectores de presión, nivel, humedad, etc. para dar distintas alarmas en función de la causa. Además de estas alarmas se puede poner en marcha el circuto cerrado de TV de vigilancia, el aviso de incendio a los bomberos, así como dar la alerta de los responsables de la seguridad, el cierre de las puertas corta-fuego, la apertura de las puertas de ventilación. Todas estas disposiciones se hacen funcionar desde unos circuitos de mando específicos para cada una de ellas. Los detectores y dispositivos de alarma o de telemando se unen con una unidad de gestión a través de un sistema de colección y distribución que constituye la red de transmisión.

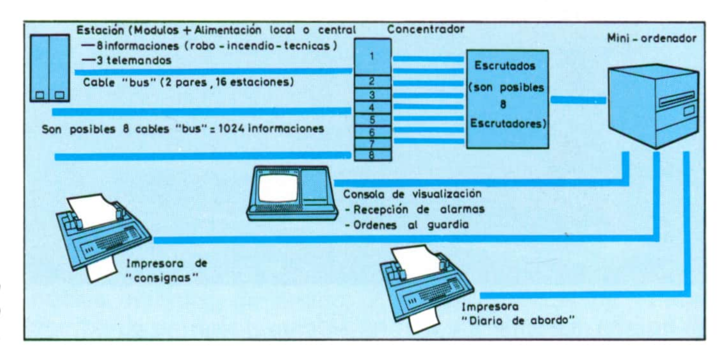
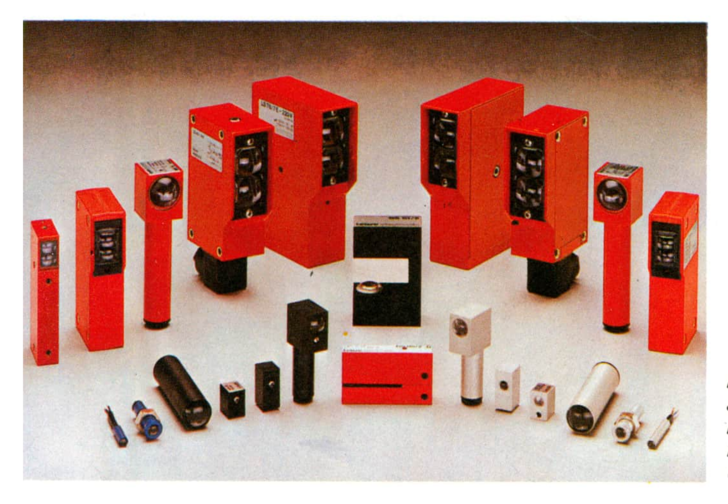


Figura 41. Configuración de un sistema informático de control de alarmas.

La transmisión o enlace con la unidad de control o gestión se realiza mediante estaciones modulares, cables interfases y dispositivos de seguridad de línea. Las estaciones modulares se componen de dos módulos acoplables. Uno es el encargado de la recepción y memorización de las informaciones que le dan los sensores. El otro transmite

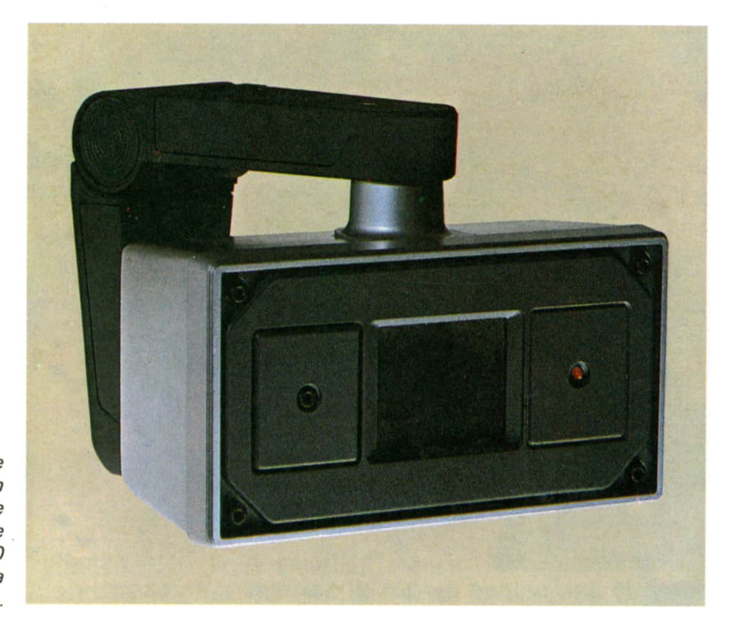
estas informaciones a la unidad de gestión y de esta unidad recibe las órdenes de telemando, distribuyéndose a los distintos órganos en cuestión. Cada una de las estaciones posee una «dirección» distinta y se le interroga permanentemente. El cable BUS asegura el enlace entre las estaciones y la unidad de gestión. Un solo cable telefónico estándar de dos pares, apantallado, es suficiente para hacer el servicio de 16 estaciones. Una unidad de gestión admite en base 8 cables BUS, o sea, una capacidad para 128 estaciones, pudiendo reunir 1.024 informaciones y distribuyendo 384 telemandos de dos situaciones. Por simple extensión es posible conectar varias decenas de cables BUS a la unidad de gestión y proporcionar así 2.048, 3.072 etc. informaciones al igual que 768, 1.152 etc. telemandos.



Las barreras fotoeléctricas a base de rayos infrarrojos, son sensores habituales en los sistemas de seguridad.

La unidad central de gestión consta de un minicomputador y de una unidad de discos flexibles o en cartucho. El minicomputador programado en tiempo real rige la explotación de toda la instalación de seguridad. El conjunto de procedimientos se pone en memoria y un importante número de operaciones se efectúa automáticamente en función de programas determinados con antelación. Cuando se trata de una alarma de robo, por ejemplo, dará la alarma a los empleados de seguridad con los medios adecuados. No se

prevé el acceso directo del empleado a los programas, con el objeto de salvaguardar la integridad de la instalación. La modificación de los programas siempre la efectúa la empresa instaladora. El usuario sólo tiene acceso a la modificación de los datos. El conjunto de datos relacionados con la gestión de las informaciones aparece en la pantalla y se retiene en memoria tratándose éstos en función de los acontecimientos. La gestión de las alarmas se realiza en función del grado de urgencia preestablecido: puede controlar la reacción de los guardianes, editar automáticamente las consignas en lenguaje claro, gestionar automáticamente la puesta en marcha y fuera de servicio de las zonas de los sensores e identificar completamente una alarma incluyendo su fecha y hora.



Otro modelo de sensor de microondas. Ejerce un control volumétrico de movimientos mediante microondas de unos 10 GHz, hasta una distancia de 15 metros.

Ciertos programas aseguran la gestión automática de varias tareas con el objeto de facilitar un poco los servicios de seguridad: el pasar al estado de alarma o la vuelta a la situación normal da lugar a un mensaje claro acerca de cada

acontecimiento, pudiendo ser consecutivo a la puesta en marcha o al fuera de servicio de una zona. Se prevén varios programas de ronda y cada uno de ellos da lugar a un control durante su transcurso. Cuando la pantalla está saturada las alarmas que han de llegar y son de prioridad inferior son almacenadas en una cola de espera y van apareciendo después, a medida que van siendo registradas. La presentación de las alarmas también se realiza opcionalmente mediante impresora. El diagrama de bloques de la instalación aparece en la figura 41.



Sistema para llamadas de auxilio en carretera. Los postes se colocan a distancias adecuadas, dispuestos para ser utilizados en caso de necesidad. Están conectados todos ellos a una central de radiofrecuencia en donde se recogen todas las llamadas.

Centrando la exposición en las unidades de control contra-incendio diremos que éstas tienen un comportamiento semejante a las de robo y atraco, pero con algunas variantes. Incluso entre ellas hay muchas peculiaridades en función de la marca, la complicación del local a cubrir, el sistema de extinción, etc. Normalmente, a diferencia de las de robo/atraco, funcionan con una tensión de corriente continua de 24 V (las otras a 12 V). Dan la indicación de alarma de forma visual y acústica, disponiendo también de

indicadores de avería en los sensores, fallo de tensión, corte acústico, indicador de servicio, pulsador para la comprobación general de los bucles y los indicadores de alarma. Desde las mismas se pueden enviar señales de acción o de alarma a

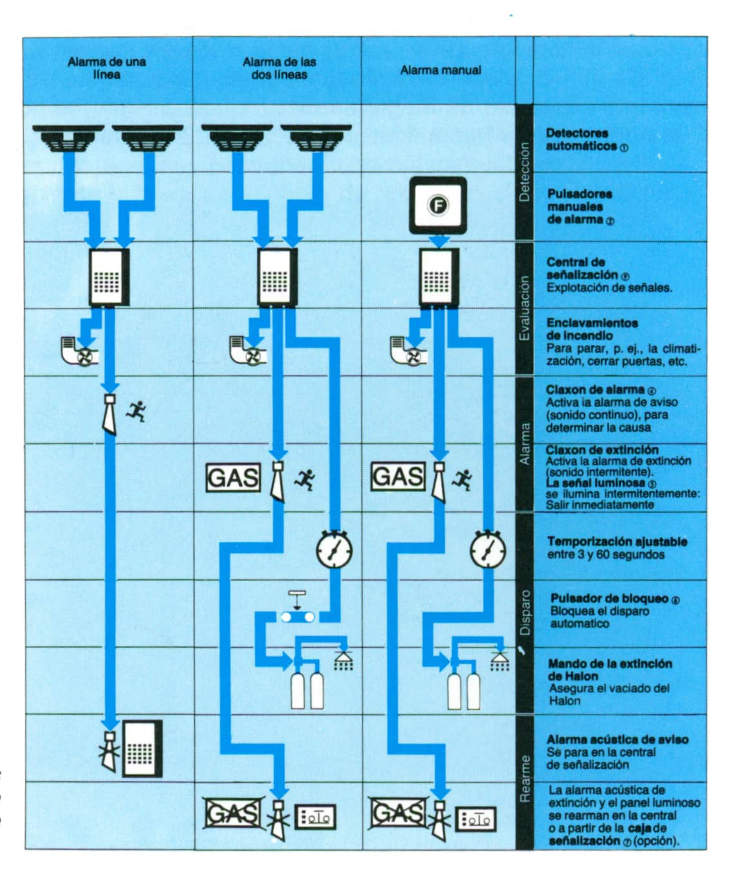


Figura 45. Diferentes posibles actuaciones de una unidad de control de incendios.

toda clase de sistemas como sirenas, válvulas, sistemas automáticos de extinción de incendios, etc. La figura 45 da un esquema de posibles actuaciones de una unidad de control de incendios. Como se ve, pueden disponer de un circuito especial para pulsadores manuales de alarma.

Las líneas de campanas, una por zona, son medidas

continuamente, produciéndose la alarma cuando la línea se encuentra abierta. Para evitar que al producirse una alarma ésta suene inmediatamente, lo cual puede ser peligroso en particular si es falsa, las alarmas son retardadas un cierto tiempo programable, permitiendo de este modo realizar una comprobación de la alarma producida. Si en el momento en que se produce la alarma el encargado de servicio de seguridad está atento y acciona el pulsador luminoso de enterado; el retardo en la actuación de las campanas es ampliado. Pueden instalarse pulsadores para la detección de la alarma en caso de que ésta sea falsa, encendiéndose el indicador de detención.



Conjunto de alarma vía radio, formado por un emisor (a la derecha) que transmite hasta 14 señales distintas de alarma; los mensajes van programados en un microprocesador y se repiten a intervalos regulares. A la izquierda se observa el conjunto receptor en donde el mensaje es presentado simultáneamente en un display y una impresora. (Cortesía: Tecno Data).

Las fuentes de alimentación de todo el sistema se incluyen usualmente en las propias unidades de control. También existen sistemas en que hay sensores autoalimentados o indicadores de alarma también autoalimentados. Las fuentes de alimentación constan de una batería de tipo hermético sin mantenimiento y de una fuente de alimentación propiamente dicha estabilizada para la carga de la batería y el suministro de energía a todo el sistema cuando hay energía de la red. De esta forma la batería no se descarga en funcionamiento normal y sólo entra cuando falla la red eléctrica. En ese momento las baterías alimentan todo el

sistema durante un tiempo máximo que varía según la instalación y la propia batería, pero que usualmente se calcula de unas ocho o diez horas si no se disparan las alarmas. Si ello ocurre y la instalación es pequeña, ya se ha dicho que el tiempo máximo de actuación se prevé para unos 20 ó 30 minutos, cuando la causa que ha provocado la alarma no cesa. En las instalaciones mayores, en las que se quiere mayor seguridad, se recurre a los sensores e indicadores de alarmas autoalimentados. En este caso las baterías dispuestas en el interior de los sensores e indicadores se cargan también a través de la fuente de alimentación estabilizada de la unidad de control.

INSTALACION DEL SISTEMA DE SEGURIDAD

La protección que ofrece un sistema de seguridad depende de la forma en que éste se instala y de la fiabilidad de sus componentes; si éstos se conectan con alambres fácilmente accesibles para los intrusos y las interconexiones se realizan con empalmes de alambres descubiertos, el nivel de seguridad será bajo. Los dispositivos eléctricos y electrónicos se clasifican en términos de TMAF (tiempo medio antes de fallar), expresados en horas y con unas condiciones específicas. Un elemento que ha sido diseñado para funcionar dentro de un local no es fiable si se usa en el exterior. En el caso de los relés, muy usados en este tipo de instalaciones, están afectados por el tiempo y el número de veces que operan, así como el medio donde se usan. Serán más fiables los relés *reed* que los convencionales. Al instalar un sistema se puede caer en el error de adquirir componentes baratos, lo que puede llevar a tener problemas de falsas alarmas y costos elevados de mantenimiento.

Para planificar un sistema de seguridad se deberá emplear la técnica de ponerse en el lugar del ladrón o saber los máximos riesgos de incendio de cada zona. Se deben proteger todos los accesos externos o bien los accesos internos que sean necesarios para detectar con seguridad el paso de un intruso. La unidad de control deberá situarse en un lugar disimulado, de forma que su visión por parte de un intruso no sea casual ni fácil. También se debe disimular el cableado. El cableado del indicador de alarma, sobre todo si

éste es único, merecerá una atención especial dado que es el más vulnerable. Si se sabotea este cableado, la totalidad del sistema estará fuera de servicio. No se pueden dar normas



Control de accesos de la firma suiza Landis & Gyr, líder mundial en tarjetas de seguridad holográficas.

generales de instalación ya que cada caso es independiente y necesita soluciones distintas. Lo único a tener en cuenta siempre es pensar lo que podría hacer un intruso o dónde se podría declarar un incendio más fácilmente.

APLICACIONES ESPECIALES

Además de todos los sistemas mencionados siempre surgen nuevos problemas que no se pueden resolver con los procedimientos usuales. Es entonces cuando se aplican otros medios no tan normales. En el caso de elementos antiatraco se emplean placas de alarma para rodilla, pulsadores montados en pedales accionados con los pies, cámaras fotográficas de video o cinematográficas. Las cámaras fotográficas son elementos de seguridad antiatraco, estando previstas para actuar en caso de sospecha o agresión real de forma remota, proporcionando fotografías claras del sospechoso o agresor, incluso en condiciones de poca luminosidad sobre película de 35 mm. Las cámaras garantizan la identificación del delincuente, por lo que su instalación ejerce una acción disuasoria sobre él. La cámara se activa partiendo de una señal eléctrica producida por

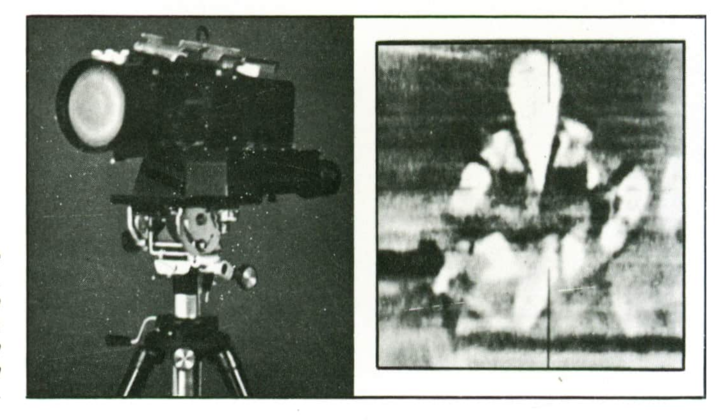


Figura 48. Sistema de observación nocturna, basado en la utilización de los rayos infrarrojos. A la derecha se observa una imagen obtenida en la oscuridad con la cámara.

cualquier elemento de detección conectado al sistema. Para evitar el sabotaje, estas cámaras están alojadas en cajas de acero y todos los circuitos electrónicos y cables pasan por el interior del soporte, quedando el objetivo protegido contra el polvo y las manipulaciones involuntarias y mal intencionadas por medio de un cristal. Las cámaras cinematográficas, en lugar de realizar fotografías filman las secuencias del posible o real atraco en cuanto se les da la orden de forma eléctrica con una velocidad de dos fotogramas por segundo.

La película de uno u otro modo (fotos o cine) está depositada en una caja autónoma parecida a un cassette de fácil cambio.

Siguiendo con los elementos antiatraco cabe mencionar los sistemas de control de accesos (figura 49). Estos sistemas confieren un mayor grado de seguridad y se recomiendan particularmente en los locales de alto riesgo.



Figura 49. Accesos de seguridad colocados en las diferentes puertas de una entidad o empresa estratégica. La entrada y la salida van gobernadas mediante tarjetas especiales codificadas para cada una de las personas autorizadas, cuyos movimientos quedan registrados en la estación central.

Cada usuario compone la misma clave numérica de «grupo». La apertura numérica del acceso controlado se obtiene o no, mediante la introducción de la tarjeta en el lector y la composición de una clave numérica de «grupo» sobre el teclado. Los diferentes programas posibles están registrados en una unidad de programación y ofrecen una selección muy variada de modos de funcionamiento: lectura de tarjeta únicamente, codificación numérica únicamente y las dos funciones a la vez. Toda búsqueda de la combinación de la clave se señala después de uno, dos o tres errores de manipulación en el teclado. Todo usuario de este control de acceso puede señalar discretamente las presiones morales o

físicas de las cuales él puede ser objeto. Es suficiente con poner en el lugar de la última cifra de la combinación, otra cifra determinada con antelación. Esta codificación dará la apertura deseada, pero a la vez liberará un contacto especial en la unidad de programación con el que resulta posible una alerta secreta y discreta. Hay otros lectores en que cada usuario posee una tarjeta y una clave numérica personalizada, funcionando por lo demás como las anteriores.



Figura 50. Arco detector de metales aplicado a la detección de armas; su uso está generalizado especialmente en los aeropuertos o zonas de seguridad en empresas vulnerables a acciones terroristas.

Otro sistema que se utiliza como un control de accesos son los arcos detectores de metales para la detección de armas como protección contra atraco, robo o sabotaje (figura 50). Están especialmente diseñados para indicar la presencia del metal, al paso de una persona, bolso de mano, equipaje o cualquier otro contenedor no metálico. Estos sistemas son totalmente transportables, aunque algunos tipos se instalan de forma fija. Permiten el registro de 50 a 60 personas por minuto, evitando aglomeraciones dando la alarma en cuanto captan metal. Algunos se basan en medir las perturbaciones causadas en el campo magnético al pasar por el arco y otros en la desviación de la frecuencia de un oscilador.



Instalación típica de un sistema magnético incorporado en la puerta de vaivén de un hipermercado. Cualquier intento de pasar una prenda con el dispositivo de seguridad incorporado será detectada.

También se utilizan captadores de proximidad que podrían tanto ser capacitivos como inductivos, los cuales se pueden aplicar como control de niveles de fluidos, polvos, granos, contaje de piezas metálicas o no, para tacómetros, y control de posicionamientos. Se utilizan sobre todo en el control de procesos en fábricas, pero pueden tener su

aplicación en la seguridad en casos muy especiales. La distancia a que detectan la proximidad de un objeto depende de éste y de la captación del propio detector, pero nunca llega a ser muy grande (máx. 25 mm).



Figura 52. Etiqueta antirrobo adosada a una prenda de vestir y que resulta muy práctica en grandes almacenes. Sólo puede extraerse en el momento de pagar mediante un desactivador especial que existe en las cajas.

En los lugares en que se requiere alta seguridad, incluso en la oscuridad, el sistema de seguimiento y vigilancia por imagen térmica de la figura 48 es un elemento acorde. Está destinado a la observación nocturna o bajo condiciones ambientales difíciles. Su alta capacidad se basa en una técnica de visualización derivada de especificaciones militares. Su capacidad está basada en un mecanismo de exploración que opera en la región infrarroja de la luz. Los detectores de antimoniuro de indio (InSb) se refrigeran hasta 77 °K con un minirrefrigerador Joule-Thomson a base

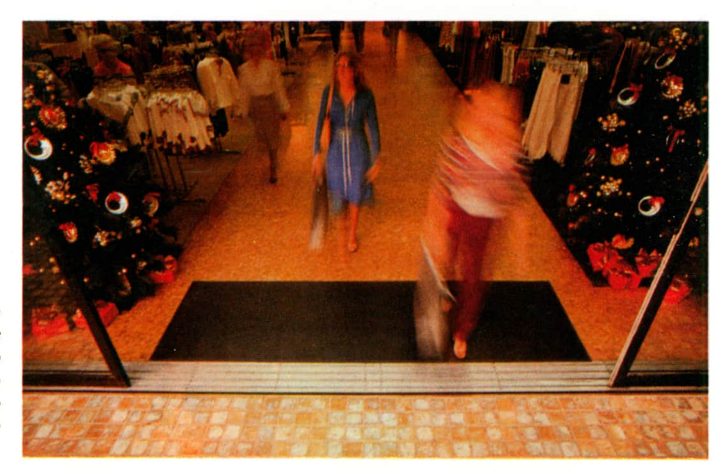
de gas nitrógeno a presión. Normalmente se montan en conjunto con sistemas perimetrales de protección. Realmente constituye un complemento a cualquier sistema de vigilancia por circuito cerrado de televisión.

Existen alarmas antirrobo especialmente diseñadas para vehículos, las cuales son activadas por consumos eléctricos específicos de la batería del automóvil o camión, a través de un interruptor que protege el compartimiento del motor de los vehículos no equipados con luz de capó. Este sistema elimina la necesidad de numerosos interruptores que requerirían el taladro de orificios a través de los que introducir el cableado correspondiente. Cualquier intento



Instalación de un sistema "overhead" en un punto estratégico de unos grandes almacenes, para detectar el hurto de piezas que lleven incorporado el sistema de seguridad y que pasen por debajo del mismo. Existen dos sistemas de alarma, radioeléctrico y magnético, siendo este último el más utilizado.

para levantar el capó, hacer funcionar el interruptor de ignición, activar las luces internas abriendo las puertas, o conectar las luces de posición, etc. disparará inmediatamente la sirena de aviso o el propio claxon del automóvil. Otros sistemas emplean un interruptor oculto en el interior del vehículo o bien la cerradura de la llave de contacto. También se puede utilizar sistemas inerciales, pero tienen el inconveniente de que cualquiera que sin querer toque el vehículo moviéndolo podría activar la alarma, no obstante, si se ajusta convenientemente la sensibilidad del sensor inercial, se puede emplear perfectamente.



El último control para evitar el robo en los grandes almacenes puede establecerse en la puerta de salida o, como en este caso, debajo de la moqueta que la antecede.

Los marcadores telefónicos anteriormente mencionados constituyen una salida muy importante de las unidades de control para dar aviso a quien se haya programado anteriormente, pudiendo avisar a varios números de teléfono. Estos cambios se pueden accionar mediante un botón oculto o un pulsador de pie o incluso con un transmisor minúsculo de radio. Cuando se hacen funcionar, el marcador marca los números de emergencia y cuando después de marcar cada número responde el teléfono marcado, éste transmite el mensaje grabado en una cinta. El marcador telefónico se conecta a la línea de teléfono a través de un clavijero de teléfono montado en la pared, de la misma manera que una extensión telefónica, o alambrando permanentemente la conexión a la línea de teléfono.

